

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number :

2003-057416

(43) Date of publication of application : 26.02.2003

(51) Int.CI.

G02B 5/02
G03B 21/62

(21) Application number : 2001-243269

(71) Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22) Date of filing : 10.08.2001

(72) Inventor : GOTO MASAHIRO

ODA KUNPEI

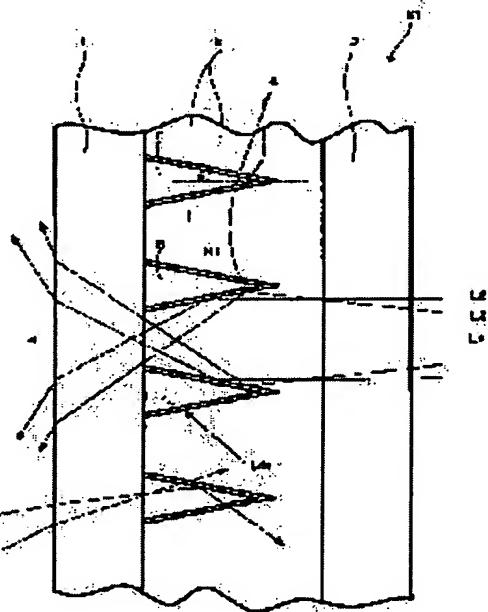
KOMADA MINORU

(54) LIGHT DIFFUSION SHEET AND PROJECTION SCREEN

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light diffusion sheet which does not deteriorate surface brightness or a contrast due to stray light, has few angle dependencies and little scatter reflection of external light, and to provide a projection screen using the light diffusion sheet.

SOLUTION: In the light diffusion sheet in which a plurality of unit lenses are formed in one-dimensional or two-dimensional direction, the unit lens has an almost trapezoidal cross-sectional shape, and makes a trapezoidal lower bottom into a light beam receiving part and an upper base into a light emitting part, and is formed of a material having a predetermined refractive index N1. A transparent low refractive index layer having a refractive index N2 lower than N1 is formed at the portion of the trapezoidal oblique side of the unit lens. When the length of the trapezoidal upper base is set to be T, the height is set to be H and the angle formed by the trapezoidal oblique side and the normal of the light emitting part is set to be θ , the light diffusion sheet satisfies the relations of $\sin(90^\circ - \theta) > N2/N1$, $N1 < 1/\sin 2\theta$ and $0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan \theta)$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While it is the optical diffusion sheet which formed two or more unit lenses in the single dimension or the direction of two dimension, and the cross-section configuration of said unit lens is an abbreviation trapezoid, and said trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section Into the part which is formed with the ingredient which has the predetermined refractive index N1, and makes the trapezoid oblique side of said unit lens The optical diffusion sheet characterized by forming the transparency low refractive-index layer which has the refractive index N2 lower than N1, and having $\sin(90 \text{ degree}-\theta) > N2/N1$ and relation $\sin 2\theta / [N1 < 1]$ Unrelated when said trapezoid oblique side sets the normal of said Idemitsu section, and the include angle to make to theta.

[Claim 2] While it is the optical diffusion sheet which formed two or more unit lenses in the single dimension or the direction of two dimension, and the cross-section configuration of said unit lens is an abbreviation trapezoid, and said trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section The transparency low refractive-index layer which has a refractive index lower than the refractive index of said unit lens into the part which makes said trapezoid oblique side is formed. When the include angle at which H and said trapezoid oblique side make the die length of said trapezoid raised bottom with T, and make height with the normal of said Idemitsu section is set to theta, it is $0 < H < T / (\tan(2\theta + 10 \text{ degree}) - \tan \theta)$. The optical diffusion sheet characterized by having unrelated relation.

[Claim 3] While it is the optical diffusion sheet which formed two or more unit lenses in the single dimension or the direction of two dimension, and the cross-section configuration of said unit lens is an abbreviation trapezoid, and said trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section Into the part which is formed with the ingredient which has the predetermined refractive index N1, and makes the trapezoid oblique side of said unit lens The transparency low refractive-index layer which has the refractive index N2 lower than N1 is formed. When the include angle at which H and said trapezoid oblique side make the die length of said trapezoid raised bottom with T, and make height with the normal of said Idemitsu section is set to theta, they are $\sin(90 \text{ degree}-\theta) > N2/N1$, $N1 < 1/\sin 2\theta$, and $0 < H < T / (\tan(2\theta + 10 \text{ degree}) - \tan \theta)$.

The optical diffusion sheet characterized by having unrelated relation.

[Claim 4] The optical diffusion sheet indicated by claim 3 to which trapezoid die-length T and height H of a raised bottom are characterized by filling $1 < N1 < 5.760.23 < N2/N1 < 0.996$ and the relation it is unrelated $H < T/0.57$ at said predetermined refractive indexes N1 and N2 and a list.

[Claim 5] the part of the cross section configuration abbreviation triangle inserted into the transparency low refractive index layer of said adjoin trapezoid oblique side be the optical diffusion sheet indicated by either of claims 1-4 characterize by fill up with the matter equipped with the refractive index of an ingredient and the refractive index of abbreviation identitas which constitute said unit lens .

[Claim 6] The optical diffusion sheet indicated by either of claims 1-5 characterized by forming the light absorption layer at said light exiting surface side at the pan of the transparency low refractive-index layer of said said adjoining trapezoid oblique side.

[Claim 7] The thickness of said transparency low refractive-index layer is the optical diffusion sheet

indicated by either of claims 1-6 characterized by being 0.1 micrometers or more.

[Claim 8] Said unit lens is the optical diffusion sheet indicated by either of claims 1-7 characterized by being formed on the transparence base material of the shape of tabular or film.

[Claim 9] It is the optical diffusion sheet indicated by either of claims 1-8 characterized by consisting of ingredients which absorb the light between said adjacent unit lenses.

[Claim 10] The optical diffusion sheet indicated by either of claims 1-9 characterized by stretching the sheet which mixed the dispersing agent in the observer side.

[Claim 11] The optical diffusion sheet indicated by claim 10 characterized by preparing at least one of an acid-resisting layer, a rebound ace court layer, a polarizing filter layer, an antistatic layer, an anti-glare treatment layer, an antifouling processing layer, and touch sensor layers in the observer side at the pan of the sheet which mixed said dispersing agent.

[Claim 12] The projection screen with which the Fresnel lens has been arranged at the image light source side of one optical diffusion sheet of claims 1-11.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the projection screen which used an optical diffusion sheet and this optical diffusion sheet.

[0002]

[Description of the Prior Art] In projection display equipment etc., in order to raise an observer's visibility, what used the optical diffusion sheet for the screen is known. This optical diffusion sheet has what carried out concavo-convex processing of the front face of for example, a translucency film, the thing which made the interior of a resin film contain an optical diffusibility particle, the lenticular lens sheet with which the parallel arrangement of the cylinder-like lens was carried out on one flat surface. Moreover, doubling 2 or 3 pieces of these sheets, and using them is also performed. These tend to aim at improvement in visibility by making image light refracted in the many directions on these boundaries using the difference of each refractive index, such as a film, atmospheric air, and a particle, diffusing image light broadly, and carrying out outgoing radiation to an observer side.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the sheet front face in which an optical diffusibility particle and irregularity were formed, image light reflected irregularly, it was made for many stray lights to be produced, and the surface brightness of a display, the fall of contrast, etc. were caused. Moreover, since some which have diffusibility by surface concavo-convex processing had angular dependence in the diffusibility and transparency, they had the problem that visibility changed with the include angles which look at a display. On the other hand, the optical diffusibility of an optical diffusion sheet led also to making the scatter reflection of outdoor daylight increase, and contrast also had the trouble that fell remarkably and an image tends to fade. Then, surface brightness falls by the stray light, or contrast does not fall, there is little angular dependence and this invention aims to let it offer the projection screen using few optical diffusion sheet and this optical diffusion sheet of scatter reflection of outdoor daylight.

[0004]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, this invention is explained. In addition, although the reference mark of an accompanying drawing is written in addition in parenthesis writing in order to make an understanding of this invention easy, thereby, this invention is not limited to the gestalt of illustration.

[0005] This invention the first voice an optical diffusion sheet [like] (S1) While it is the optical diffusion sheet which formed two or more unit lenses (2) in the single dimension or the direction of two dimension, and the cross-section configuration is an abbreviation trapezoid, and a trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section, a unit lens It is formed with the ingredient which has the predetermined refractive index N1, and the transparency low refractive-index layer (4) which has the refractive index N2 lower than N1 into the part which makes the trapezoid oblique side of a unit lens is formed. When a trapezoid oblique side sets the normal of the Idemitsu section, and the include angle to make to theta, it is characterized by having $\sin(90 \text{ degree}-\theta) > N2/N1$ and relation $\sin 2\theta [N1 < 1]$ Unrelated. Although it is based on theta being regularity and an oblique side being a straight line-like here since the cross-section

configuration of a unit lens is an abbreviation trapezoid, this invention also includes the case where it is the combination of a curve-like oblique side and two or more straight lines which make a shallow include angle. In this case, it should be understood as being included by the technical thought of this invention, since theta can do the following effectiveness so if 90% or more of theta in each part which makes an oblique side fills the above-mentioned relation although it changes (it is below the same about theta.).

[0006] According to the optical diffusion sheet of this first mode, total reflection of the incident light parallel to a light exiting surface normal is carried out on the transparency low refractive-index layer front face of an oblique side, and it acts to an observer side as Idemitsu of it, without causing reflection in a light exiting surface. Therefore, an optical diffusion sheet with high brightness and contrast can be obtained. The screen of this invention is mainly an object for single light source projectors, and it is possible to make perpendicular whenever [to this sheet / incident angle] by using a Fresnel lens. In addition, it is known that the incident angle to an oblique side is generally in the 0-degree range of **10 degrees.

[0007] It is the optical diffusion sheet of this invention with which the optical diffusion sheet [like] formed two or more unit lenses in the single dimension or the direction of two dimension the second voice. The transparency low refractive-index layer which has a refractive index lower than the refractive index of a unit lens is formed in the part by which a unit lens makes a trapezoid oblique side while the cross-section configuration is an abbreviation trapezoid, and a trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section. When the include angle at which H and a trapezoid oblique side make the die length of a trapezoid raised bottom with T, and make height with the normal of the Idemitsu section is set to theta, it is $0 < H < T / (\tan(2\theta) + 10 \text{ degree}) - \tan\theta$.

It is characterized by having unrelated relation.

[0008] It acts to an observer side as Idemitsu also of the light reflected on this transparency [of the trapezoid oblique side which carries out incidence with the inclination of a maximum of 10 degrees to a light exiting surface normal, and which according to the optical diffusion sheet / like / the second voice a unit lens cross section forms] low refractive-index layer front face from the light exiting surface of resulting [in the transparency low refractive-index layer of the trapezoid oblique side which an adjoining unit lens cross section forms] ****. Therefore, brightness can obtain an optical high diffusion sheet with little stray light.

[0009] It is the optical diffusion sheet of this invention with which the optical diffusion sheet [like] formed two or more unit lenses in the single dimension or the direction of two dimension the third voice. The unit lens is formed with the ingredient which has the predetermined refractive index N1 while the cross-section configuration is an abbreviation trapezoid, and a trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section. The transparency low refractive-index layer which has the refractive index N2 lower than N1 into the part which makes the trapezoid oblique side of a unit lens is formed. When the include angle at which H and a trapezoid oblique side make the die length of a trapezoid raised bottom with T, and make height with the normal of the Idemitsu section is set to theta, they are $\sin(90 \text{ degree} - \theta) > N2/N1$ and $0 < H < T / (\tan(2\theta) + 10 \text{ degree}) - \tan\theta$.

It is characterized by having unrelated relation.

[0010] The optical diffusion sheet of this third mode combines the advantage of an optical diffusion sheet [like] with the advantage of an optical diffusion sheet [like] the second voice the first voice. According to the optical diffusion sheet of this third mode, total reflection of the incident light parallel to a light exiting surface normal is carried out on the transparency low refractive-index layer front face of an oblique side, and it acts to an observer side as Idemitsu of it, without causing reflection in a light exiting surface. Moreover, it acts to an observer side as Idemitsu of the light reflected on the transparency low refractive-index layer front face of the trapezoid oblique side which carries out incidence with the inclination of a maximum of 10 degrees to a light exiting surface normal, and which a unit lens cross section forms from the light exiting surface of resulting [in the transparency low refractive-index layer of the trapezoid oblique side which an adjoining unit lens cross section forms] ****. Therefore, brightness and contrast are high and can obtain an optical diffusion sheet with little stray light.

[0011] In the optical diffusion sheet of the third mode of the above, you may constitute so that trapezoid die-length T and height H of a raised bottom may fill $1 < N1 < 5.760.23 < N2/N < 0.996$ and the relation it is unrelated $H < T/0.57$ in the predetermined refractive indexes N1 and N2 and a list.

[0012] Thus, when constituted, it can act to an observer side as Idemitsu, without theta's carrying out total reflection of the incident light parallel to a light exiting surface normal with an oblique side, and causing reflection in a light exiting surface with an optical diffusion sheet [like], in the range which is 5-15 degrees, the third voice. Moreover, it acts as Idemitsu of the light once reflected with the oblique side in the sheet from a light exiting surface, without reaching other oblique sides again. The range of theta was made into 5-15 degrees here because a suitable angle-of-visibility property was acquired by making the taper angle of such a unit lens into 5-15 degrees.

[0013] Moreover, in the optical diffusion sheet of many above-mentioned modes, the part of the cross-section configuration abbreviation triangle inserted into the transparence low refractive-index layer of the adjoining trapezoid oblique side is good also as filling up with the matter equipped with the refractive index of an ingredient and the refractive index of abbreviation identitas which constitute a unit lens. Moreover, this matter may be colored.

[0014] If it does in this way, the reflected light by the side of an observer can be reduced.

[0015] Moreover, in the optical diffusion sheet of many above-mentioned modes, a light absorption layer may be formed in the pan of the transparence low refractive-index layer of the adjoining trapezoid oblique side at a light exiting surface side.

[0016] It is absorbed by the light absorption layer, although total reflection of a part of light which carried out incidence with the inclination of 10 degrees or more to the light exiting surface normal is not carried out on a transparence low refractive-index layer front face but incidence is carried out to the interior of a transparence low refractive-index layer, when it does in this way. Moreover, the light by which incidence was carried out to parts other than a light exiting surface from the observer side is also absorbed by the light absorption layer. Therefore, the optical diffusion sheet with little the stray light and the reflected light with which a clear screen is obtained can be offered.

[0017] Moreover, in the optical diffusion sheet of many above-mentioned modes, it is good also as being 0.1 micrometers or more about the thickness of a transparence low refractive-index layer. As for the upper limit of the thickness of this transparence low refractive-index layer, being referred to as 10 micrometers is still more desirable. When thickness of a transparence low refractive-index layer is set to 0.1 micrometers or less, light is hardly reflected on a slant face, but permeability falls sharply. It is because it will be thought on the other hand that the outdoor daylight which passes along the part increases, and degradation of contrast breaks out if thickness is set to 10 micro or more. Moreover, great time amount is required for forming thickness 10 micrometers or more also on manufacture. It is because the fault of brittleness will become remarkable if it is such thickness in the silica which is the still more typical low refractive-index matter. Furthermore, when the pitch of a unit lens is small, it is 10 micrometers or less, and it is desirable to consider as one fifth of the thickness of the width of face for a slot.

[0018] If it does in this way, total reflection by the transparence low refractive-index layer can be made into a positive thing.

[0019] Moreover, you may make it form a unit lens on the transparence base material (3) of the shape of tabular or film.

[0020] When it does in this way, a roll-like mold can be used and the arranged unit lens can be produced continuously.

[0021] You may constitute from an ingredient which absorbs the light between the unit lenses which furthermore adjoin each other.

[0022] Thus, when constituted, the stray light can be absorbed and the optical high diffusion sheet of contrast can be realized.

[0023] Moreover, the sheet (1) which mixed the dispersing agent in the observer side may be made to rival in the above.

[0024] Since the field by the side of an observer can be made into a flat surface when it does in this way, processing to a front face will become easy. Moreover, the gain of Idemitsu can be uniformly accustomed according to an optical operation of a dispersing agent. The refractive index of the glue line for making the sheet which mixed this dispersing agent rival, or an adhesive layer is comparable

as the refractive index of a unit lens, and good. It is because it is thought optically that big effect does not come out.

[0025] When constituted as mentioned above, you may constitute in the pan of the sheet which mixed the dispersing agent so that at least one of an acid-resisting layer, a rebound ace court layer, a polarizing filter layer, an antistatic layer, an anti-glare treatment layer, an antifouling processing layer, and touch sensor layers may be prepared in an observer side. Only one of these functions may be given in this invention, and two or more functions may be made to have.

[0026] Thus, various functions can be given to an optical diffusion sheet when constituted.

[0027] Furthermore, in this invention, the technical problem which offered and described above the projection screen which has arranged the Fresnel lens to the image light source side of one of the above-mentioned optical diffusion sheets is solved.

[0028] According to this invention, many properties of the above-mentioned optical diffusibility sheet are realizable in a projection screen.

[0029] Such an operation and gain of this invention are made clear from the gestalt of the operation explained below.

[0030]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained based on the operation gestalt shown in a drawing below. Drawing 1 and drawing 2 are drawings showing the horizontal section of the optical diffusion sheets S1 and S2 of the first of this invention, and the second operation gestalt. In these drawings, the image light source is arranged on the right-hand side of a drawing, and the observer is located in the left-hand side of a drawing.

[0031] Drawing 1 shows the optical diffusion sheet S1 of the first operation gestalt of this invention. From the observer side, in the direction of the image light source, in order, the sheet 1 containing a dispersing agent, the unit lens 2, and a base sheet 3 stretch this optical diffusion sheet S1, it is set, and is arranged. The unit lens 2 is formed with the matter which has the high refractive index N1. Furthermore, the layer 4 (henceforth "the transparency low refractive-index layer 4") which equipped the oblique side of the adjoining unit lens 2 and 2** with the refractive index N2 smaller than N1, and was formed with the transparent matter is formed. Moreover, the part of the cross-section configuration triangle inserted between the adjoining unit lenses 2 is buried by the matter which has the refractive index N1 of the unit lens 2, and the refractive index of abbreviation identitas. In future explanation, the part of this cross-section configuration triangle is called "part for lens Mabe 5." Moreover, the unit lens 2 may be called "high refractive-index section 2" if needed.

[0032] The ratio of the refractive index N1 of the high refractive-index section 2 and the refractive index N2 of the transparency low refractive-index layer 4 is set as the predetermined range, in order to obtain the optical property of the optical diffusion sheet S1. Moreover, the include angle which the oblique side which the transparency low refractive-index layer 4 and the high refractive-index section 2 touch makes with the normal (it is parallel to the vertical-incidence light to the optical diffusion sheet S1 concerned.) of a light exiting surface is formed in the predetermined include angle theta. These are explained in full detail behind.

[0033] The high refractive-index section 2 consists of ingredients, such as epoxy acrylate which usually has ionizing-radiation hardenability. The transparency low refractive-index layer 4 is formed with the ingredient which has a refractive index lower than the refractive index of transparency resin, such as a silica. Moreover, a part for lens Mabe 5 is colored predetermined concentration with carbon, the pigment, or the predetermined color. Moreover, the sheet 1 containing a dispersing agent and the base sheet 3 consist of ingredients which have the refractive index of the high refractive-index section 2 and abbreviation identitas. Stratum functionale, such as an acid-resisting layer, a rebound ace court layer, a polarizing filter layer, an antistatic layer, an anti-glare treatment layer, an antifouling processing layer, and a touch sensor layer, is suitably prepared in the observer side of the sheet 1 containing a dispersing agent.

[0034] Next, the optical path of the light which carried out ON light into the unit lens 2 of the optical diffusion sheet S1 is explained briefly, referring to drawing 1. In addition, in drawing 1, the optical path of light L1-L4 is shown typically. Now, in drawing 1, the perpendicular light L1 which carried out incidence near the center section of the unit lens 2 from the image light source side goes straight on and passes through the interior of the optical diffusion sheet S1 as it is, and results in an observer.

From an image light source side, total reflection of the perpendicular light L2 which carried out incidence near the edge of the unit lens 2 is carried out by the refractive-index difference of the high refractive-index section 2 and the transparency low refractive-index layer 4 with an oblique side, and it acts to an observer side as Idemitsu with a predetermined include angle. Total reflection of the light L3 which carried out incidence near the edge of the unit lens 2 with the include angle from the image light source side is carried out with an oblique side, and it acts to the time of incidence as Idemitsu with a still bigger include angle in an opposite direction at an observer side. ON light of the stray light L4a which carries out incidence to an oblique side with the big include angle more than predetermined is carried out to the interior of the transparency low refractive-index layer 4, without being reflected also according to the refractive-index difference of the high refractive-index section 2 and the low refractive-index section 4. Since a part for lens Mabe 5 is colored, stray light L4a is absorbed by part for lens Mabe 5, and does not result in an observer side. Moreover, since it is reflected by the transparency low refractive-index layer 4, or the complementary is penetrated by absorbing a part for stray light L4b and L4c which carried out ON light to a part for lens Mabe 5 from the observer side by part for lens Mabe 5 and it escapes to an image light source side, it becomes the reflected light and does not act to an observer side as Idemitsu. Thus, it can have a horizontally large angle of visibility, and contrast and the optical diffusion sheet S1 with high brightness can be obtained.

[0035] Drawing 2 shows the optical diffusion sheet S2 of the second operation gestalt of this invention. In the direction of the image light source from an observer side, in order, the sheet 1 containing a dispersing agent, the unit lens 2, and a base sheet 3 stretch, are put together, and this optical diffusion sheet S2 is also arranged. The unit lens 2 is formed with the matter which has the high refractive index N1. Furthermore, the transparency low refractive-index layer 4 which equipped the oblique side of the adjoining unit lens 2 and 2** with the refractive index N2 smaller than N1, and was formed with the transparent matter is formed. Outside, the light absorption layer 6 is formed with light absorption nature ingredients, such as carbon, at the pan of the transparency low refractive-index layer 4.

[0036] The part of the cross-section configuration triangle inserted between the adjoining unit lenses 2 is buried by the matter which has the refractive index N1 of the unit lens 2, and the refractive index of abbreviation identitas, and forms a part for lens Mabe 7.

[0037] Also in this operation gestalt, the ratio of the refractive index N1 of the high refractive-index section 2 and the refractive index N2 of the transparency low refractive-index layer 4 is set as the predetermined range, in order to obtain the optical property of the optical diffusion sheet S1. Moreover, the include angle which the oblique side which the transparency low refractive-index layer 4 and the high refractive-index section 2 touch makes with the normal (it is parallel to the vertical-incidence light to the optical diffusion sheet S1 concerned.) of a light exiting surface is formed in the predetermined include angle theta.

[0038] The high refractive-index section 2 usually consists of ingredients, such as epoxy acrylate which has ionizing-radiation hardenability. Moreover, the transparency low refractive-index layer 4 is formed with the ingredient which has a refractive index lower than the refractive index of transparency resin, such as a silica. Moreover, a part for lens Mabe 5 is filled up with the predetermined resin ingredient. Moreover, the sheet 1 containing a dispersing agent and the base sheet 3 consist of ingredients which have the refractive index of the high refractive-index section 2 and abbreviation identitas. Stratum functionale, such as an acid-resisting layer, a rebound ace court layer, a polarizing filter layer, an antistatic layer, an anti-glare treatment layer, an antifouling processing layer, and a touch sensor layer, is suitably prepared in the observer side of the sheet 1 containing a dispersing agent.

[0039] Next, the optical path of the light which carried out ON light into the unit lens 2 of the optical diffusion sheet S2 is explained briefly, referring to drawing 2. In addition, also in drawing 2, the optical path of light L1-L4 is shown typically. Now, in drawing 2, the perpendicular light L1 which carried out incidence near the center section of the unit lens 2 from the image light source side goes straight on and passes through the interior of the optical diffusion sheet S2 as it is, and results in an observer. From an image light source side, total reflection of the perpendicular light L2 which carried out incidence near the edge of the unit lens 2 is carried out by the refractive-index difference

of the high refractive-index section 2 and the transparency low refractive-index layer 4 with an oblique side, and it acts to an observer side as Idemitsu with a predetermined include angle. Total reflection of the light L3 which carried out incidence near the edge of the unit lens 2 with the include angle from the image light source side is carried out with an oblique side, and it acts to the time of incidence as Idemitsu with a still bigger include angle in an opposite direction at an observer side. ON light of the stray light L4a which carries out incidence to an oblique side with the big include angle more than predetermined is carried out to the interior of the transparency low refractive-index layer 4, without being reflected also according to the refractive-index difference of the high refractive-index section 2 and the low refractive-index section 4, it is absorbed in the light absorption layer 6, and does not result in an observer side. Moreover, since stray light L4b which carried out ON light to a part for lens Mabe 5 from the observer side passes a part for lens Mabe 5 and is absorbed in the light absorption layer 6, it becomes the reflected light and does not act to an observer side as Idemitsu of it. Thus, it can have a horizontally large angle of visibility, and contrast and the optical diffusion sheet S2 with high brightness can be obtained.

[0040] Next, the conditions penetrated to an observer side, without carrying out total reflection of the light in the optical diffusion sheet which carried out incidence to the unit lens section of an optical diffusion sheet with an oblique side, referring to drawing 3 and drawing 4, and carrying out total reflection in a light exiting surface are explained.

[0041] Drawing 3 is drawing showing an optical path when the perpendicular light L5 carries out incidence to the oblique side of the optical diffusion sheet S1 of the first operation gestalt into an optical diffusion sheet. In drawing 3, the image light source shall be located in the drawing upper part, and an observer shall be located in a drawing lower part. Moreover, the sheet 1 containing a dispersing agent and the base sheet 3 are omitted for simplification of explanation (in drawing 4 and 5, it is the same below.).

[0042] Since the conditions (critical condition) to which total reflection of the perpendicular light L5 which carried out incidence to the oblique side begins to be carried out in the A point of an oblique side are $\sin(90 \text{ degree}-\theta) = N_2/N_1$ by the Snell's law, in order to always carry out total reflection of the perpendicular light L5 in drawing 3 (formula 1) It is necessary to fulfill the conditions which become $\sin(90 \text{ degree}-\theta) > N_2/N_1$.

[0043] moreover -- in order to act to an observer side as Idemitsu of the light L5 certainly from a B point with a Snell's law since it is $\sin 2\theta = 1/N_1$ when, as for the conditions (critical condition) to which total reflection of the light L5 reflected in the A point of an oblique side begins to be carried out in the B point of a light exiting surface, an atmospheric refractive index is set to 1 (formula 2) $\sin 2\theta < 1/N_1$ -- it is necessary to fulfill conditions

[0044] In addition, it explains briefly [below] about an optical path when optical L6 in the optical diffusion sheet which had the inclination of 10 degrees in the oblique side of the optical diffusion sheet S1 carries out incidence, referring to drawing 4 for reference.

[0045] Optical L6 which has the inclination of 10 degrees which carried out incidence to the oblique side in drawing 4 the conditions (critical condition) by which total reflection begins to be carried out in the A point of an oblique side Since it is $\sin(80 \text{ degree}-\theta) = N_2/N_1$, in order to always carry out total reflection of optical L6 with the inclination of 10 degrees by the Snell's law (formula 3) It is necessary to fulfill the conditions which become $\sin(80 \text{ degree}-\theta) > N_2/N_1$.

[0046] Optical L6 reflected in the A point of an oblique side moreover, the conditions (critical condition) by which total reflection begins to be carried out in the B point of a light exiting surface in order to act to an observer side as Idemitsu of optical L6 certainly from a B point with a Snell's law since it is $\sin(2\theta + 10 \text{ degree}) = 1/N_1$ when an atmospheric refractive index is set to 1 -- $\sin(2\theta + 10 \text{ degree}) < 1/N_1$ -- namely, (formula 4) -- $N_1 < 1/\sin(2\theta + 10 \text{ degree})$
It is necessary to fulfill the becoming conditions.

[0047] Next, the light reflected with the oblique side of the optical diffusion sheet S1, referring to drawing 5 explains the conditions which do not reach the adjoining oblique side. what is necessary be just define relation between the height H of a triangle, and the die length T of the raised bottom of a unit lens so that the oblique side which that reflected light adjoin be reach when the total reflection of the incident light L7 which have a big include angle (actually 10 degrees) to a light exiting surface normal be carry out the point C on the oblique side near the top-most vertices of the triangle

which the low refractive index section 4 make, in order it find out this condition.

[0048] It sets to drawing 5 and is [2S then $\tan\theta = S/H \tan(2\theta + 10 \text{ degree}) = (S+T)/H$, therefore] the die length of a triangular base $H = T/(\tan(2\theta + 10 \text{ degree}) - \tan\theta)$

From the above-mentioned value, if H is smallness, it will not reach the oblique side which the reflected light adjoins. Therefore, the condition (formula 5) $H < T/(\tan(2\theta + 10 \text{ degree}) - \tan\theta)$ It is come out and expressed.

[0049] Next, in the range, the value of N1 and N2 is considered still more concretely that theta is 5 degrees - 15 degrees. In the range of 5 degrees $< \theta <$ 15 degrees, it is $\sin(90 \text{ degree} - \theta) < 0.996$. By the formula 1 since the value of N2/N1 is smaller than this (formula 6) $N2/N1 < 0.996$ -- in 5 degrees $< \theta <$ 15 degrees on the other hand Since it is $1/\sin 2\theta < 5.76$, it is from a formula 2.

(formula 7) Since the minimum value of N2 is 1.30 when the actual ingredient which may come to hand to $N1 < 5.76$ pan is taken into consideration They are the conditions which the value of N1 and N2 in the range the $0.23 < N2/N1 < 0.996$ above-mentioned type 7 and whose formula 8 are 5 degrees $< \theta <$ 15 degrees can take from $N2/N1 > 1.30 / 5.76 = 0.23$ therefore a top type, and a formula 6 (formula 8).

[0050] Moreover, in a formula 5, the conditions over H are determined at the time of $\theta = 15$ degrees, and it is set to $H < T/0.57$.

[0051] Drawing 6 is drawing showing many modes of the configuration of the low refractive-index section 4. This low refractive-index section 4 is based on the configuration of the abbreviation triangle formed of the oblique side of two adjoining unit lenses 2 and 2. Drawing 6 (a) expresses the case where the oblique side is formed in a straight line. In this case, the include angle theta 1 which an oblique side and a light exiting surface normal make is fixed in every point on an oblique side. Drawing 6 (b) expresses the case where the oblique side is formed by the smooth curve. Moreover, drawing 6 (c) shows the case where the oblique side consists of two straight lines. The include angles theta2 or theta3 which an oblique side and a light exiting surface normal make in these cases, or theta 4 changes with locations on an oblique side. When the include angle which an oblique side and a light exiting surface normal make in this invention like [in the case of drawing 6 (b) and drawing 6 (c)] is not fixed, if the monograph affair of the formulas 1-8 explained above is fulfilled, the effectiveness of this invention can be acquired in 90% or more of the die length of an oblique side.

[0052] Drawing 7 and drawing 8 are drawings showing an example of optical diffusion sheet S1 configuration of the first operation gestalt. As for the optical diffusion sheet shown in drawing 7, the horizontal section configuration has the fixed unit lens 2 perpendicularly. Among the adjoining unit lenses 2 and 2, it fills up with the resin ingredient through the transparency low refractive-index layer 4 at a part for lens Mabe 5. The sheet 1 containing a dispersing agent is arranged at a light exiting surface side, and the base sheet 3 is arranged at the light entering surface side. Although these 3 person separates and it is expressed with the drawing for the understanding, these are stuck in fact.

[0053] On the other hand, in the optical diffusion sheet shown in drawing 8, the half-*****-like unit lens is arranged in the shape of-dimensional [2] on the perpendicular flat surface. The top flat surface of half-***** of each unit lens is formed on the same side, and the sheet 1 containing a dispersing agent is stuck on this flat surface. As for the opening between the adjoining unit lenses 2 and 2, a part for lens Mabe 5 is filled up with the resin ingredient through the transparency low refractive-index layer 4. The effectiveness by this invention can be acquired also by the configuration of the optical diffusion sheet shown in any of drawing 7 and drawing 8.

[0054] Next, the manufacture approach of the optical diffusion sheet of this operation gestalt is explained, referring to drawing 9 and drawing 10. Drawing 9 shows the optical diffusion sheet S1 of the first operation gestalt, and drawing 10 shows the manufacture approach of the optical diffusion sheet S2 of the second operation gestalt, respectively.

[0055] The manufacturing installation used for this manufacture approach is equipped with a forming roll 10, the mirror roll 20, the base film supply roll 16, the auxiliary roll groups 19, 22, and 24, the feeders 12, 15, and 21 that supply ionizing-radiation hardening mold resin, and the ionizing-radiation exposure machines 14, 18, and 23. The manufacturing installation which the manufacturing installation which furthermore starts the first operation gestalt requires for the second operation gestalt in the vacuum evaporationo equipment 25 of the transparency low refractive-index matter is equipped with the vacuum evaporationo equipment 25 of the transparency low refractive-index

matter, and the carbon-shadowing equipment 26 as a light absorption layer.

[0056] In the manufacturing installation of the optical diffusion sheet S1 concerning the first operation gestalt of drawing 9, the front face of the forming roll 10 which rotates at the rate of predetermined is engraved with the female mold corresponding to the part of the cross-section configuration triangle which constitutes a part for lens Mabe 5. The high refractive-index (refractive index comparable as the lens section) resin warmed by predetermined temperature is supplied on a forming roll 10 from the resin feeder 12, and a triangular crevice is filled up. After failing to scratch excessive resin with a doctor blade 13, ionizing radiation is irradiated with the ionizing-radiation exposure machine 14 in a roll surface, and high refractive-index resin is stiffened. subsequently, a feeder 15 to transparency resin -- roll width of face -- it supplies covering an overall length mostly and a transparency resin layer is formed in the front face of a forming roll 10. After beginning to wind a base film 17 around the top face from a supply roll 16 and forming it in it furthermore, ionizing radiation is again irradiated with the ionizing-radiation exposure machine 18, and transparency resin is stiffened. And it turns up with the auxiliary roll 19 and the mirror roll 20 is supplied. According to the process of this clinch, the high refractive-index section of the cross-section configuration triangle currently formed in the surface crevice of a forming roll 10 exfoliates from a roll surface. At this time, as shown in an E point enlarged drawing, a transparency resin layer is formed on a base film, and high refractive-index resin is further formed in the top face of a transparency resin layer at the cross-section triangle.

[0057] Then, in the manufacturing installation of the optical diffusion sheet S1 of the first operation gestalt, vacuum evaporationo equipment 25 is arranged above high refractive-index resin, the transparency low refractive-index matter is vapor-deposited from vacuum evaporationo equipment 25 to the arris part of the high refractive-index matter, and a transparency low refractive-index layer is formed (refer to F point enlarged drawing). On the other hand by the manufacturing installation of the optical diffusion sheet S2 of the second operation gestalt, another vacuum evaporationo equipment 26 is arranged before the above-mentioned vacuum evaporationo equipment 25 (refer to drawing 10). Vacuum evaporationo of carbon is performed with vacuum evaporationo equipment 26. Therefore, a carbon layer is formed on a high refractive-index resin layer, and the transparency low refractive-index layer is further formed on it (refer to the F point enlarged drawing of drawing 10).

[0058] In the mirror roll 20 side, the high refractive-index resin which constitutes a unit lens is beforehand supplied to a roll surface from a feeder 21, and the high refractive-index resin layer is formed in the soft condition before hardening. This high refractive-index resin layer and the intermediate product supplied from the forming roll 10 are stuck by pressure with the mirror roll 20 and the auxiliary roll 22. Soft high refractive-index resin enters without a clearance the valley of a cross-section configuration trapezoid which a transparency low refractive-index layer forms by being stuck by pressure. Furthermore, ionizing radiation is irradiated with the ionizing-radiation exposure machine 23 on the front face of the mirror roll 20, and high refractive-index resin is stiffened. And it turns up to an opposite direction with the auxiliary roll 24, and the hardened high refractive-index resin is exfoliated from the mirror roll 20. At this time, as shown in a G point enlarged drawing, the unit lens group by which the cross-section configuration was formed in the top face of the transparency low refractive-index layer of a cross-section configuration triangle in the trapezoid high refractive-index resin layer is formed. After that, this sheet is sent to a winder and rolled round in the shape of a roll.

[0059] In addition, although a part for lens Mabe 5 of a cross-section configuration triangle is formed with a forming roll 10, the above-mentioned process may be constituted so that the high refractive-index resin which forms previously the high refractive-index section 2 of a cross-section configuration trapezoid with a forming roll 10, and forms a part for lens Mabe 5 from the feeder 21 by the side of the mirror roll 20 may be supplied.

[0060]

[Example] Urethane acrylate was used as an ingredient for epoxy acrylate and lens Mabe 5 as an ingredient of the high refractive-index section 2 (trapezoid part) which constitutes a unit lens. A part for lens Mabe 5 was colored the concentration which serves as 1% of permeability with a carbon pigment. The refractive index for 1.57 and lens Mabe 5 of the refractive index of the high refractive-

index section 2 was 1.48. Moreover, the transparency low refractive-index layer was formed by vapor-depositing the silica of a refractive index 1.45. The thickness of the vacuum evaporation film was about 1 micrometer. Thus, the diffusion plate has been arranged for the Fresnel lens sheet to the ON light side of the constituted sheet at the observer side. What mixed the dispersing agent in the interlayer was used for the diffusion plate by 3 made from an acrylic layer structures. The lens pitch of the high refractive-index section was set to 50 micrometers. Moreover, the raised bottom die length of the trapezoid part of the high refractive-index section 2 and the die length of the triangle base of the low refractive-index section are made to become equal, and it was made for the so-called rate of a black stripe to become 50%. Furthermore, the vertical angle theta was set as 10 degrees. [0061] Thus, for permeability, the reflection factor was [the gain of the constituted optical diffusion sheet] 4 5% 80%. Moreover, the perpendicular angle of visibility (half power angle: include angle which becomes half when the brightness when carrying out view ** from a certain direction carries out view ** from a transverse plane) was 12 degrees, and the level angle of visibility (half power angle) was 25 degrees.

[0062] As mentioned above, although this invention was explained in this time in relation to the operation gestalt considered to be desirable with it being practical This invention is not what is limited to the operation gestalt indicated in this application specification. He can change suitably in the range which is not contrary to the summary or thought of invention which can be read in a claim and the whole specification, and I must be understood as that by which the optical diffusion sheet and projection screen accompanied by such modification are also included by the technical range of this invention.

[0063]

[Effect of the Invention] As explained above, it is the optical diffusion sheet which formed two or more unit lenses in the single dimension or the direction of two dimension. The unit lens is formed with the ingredient which has the predetermined refractive index N1 while the cross-section configuration is an abbreviation trapezoid, and a trapezoid lower base is made as a light entrance and it makes a raised bottom the Idemitsu section. The transparency low refractive-index layer which has the refractive index N2 lower than N1 into the part which makes the trapezoid oblique side of a unit lens is formed. When the include angle at which H and a trapezoid oblique side make the die length of a trapezoid raised bottom with T, and make height with the normal of the Idemitsu section is set to theta, it is $\sin(90 \text{ degree}-\theta) > N2/N1$ $N1 < 1/\sin^2\theta$ $0 < H < T/(\tan(2\theta+10 \text{ degree})-\tan\theta)$. According to the optical diffusion sheet characterized by having unrelated relation, total reflection of the incident light parallel to a light exiting surface normal is carried out on the transparency low refractive-index layer front face of an oblique side, and it acts to an observer side as Idemitsu of it, without causing reflection in a light exiting surface. Moreover, it acts to an observer side as Idemitsu of the light reflected on the transparency low refractive-index layer front face of the trapezoid oblique side which carries out incidence with the inclination of a maximum of 10 degrees to a light exiting surface normal, and which a unit lens cross section forms from the light exiting surface of resulting [in the transparency low refractive-index layer of the trapezoid oblique side which an adjoining unit lens cross section forms] ****. Therefore, brightness and contrast are high and can obtain an optical diffusion sheet with little stray light.

[0064] Moreover, when a unit lens is formed on the transparency base material of the shape of tabular or film, a roll-like mold can be used and the arranged unit lens can be produced continuously.

[0065] When constituted from an ingredient which absorbs the light, the stray light can be absorbed between the unit lenses which furthermore adjoin each other, and it can realize the optical high diffusion sheet of contrast.

[0066] Moreover, since the field by the side of an observer can be made into a flat surface when the sheet which mixed the dispersing agent in the observer side is made to rival, processing to a front face becomes easy. Moreover, the gain of Idemitsu can be uniformly accustomed according to an optical operation of a dispersing agent.

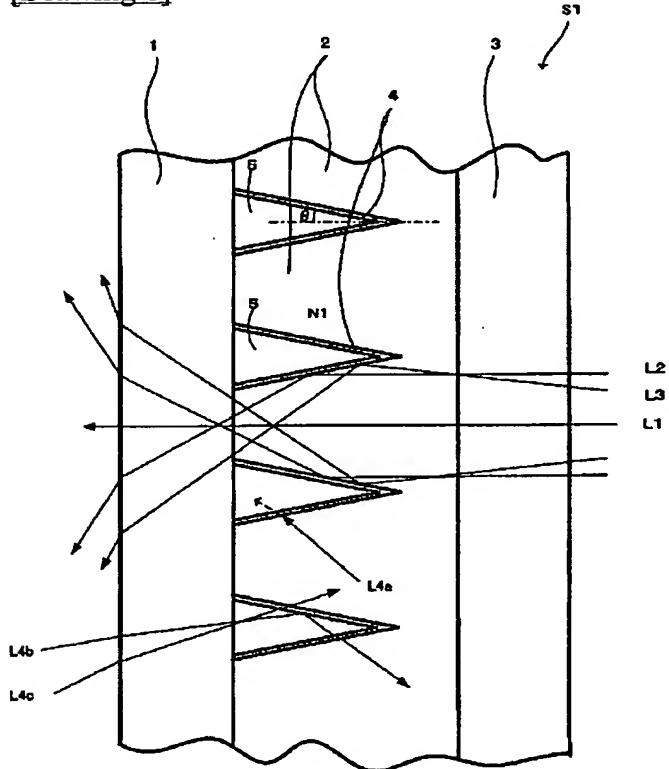
[Translation done.]

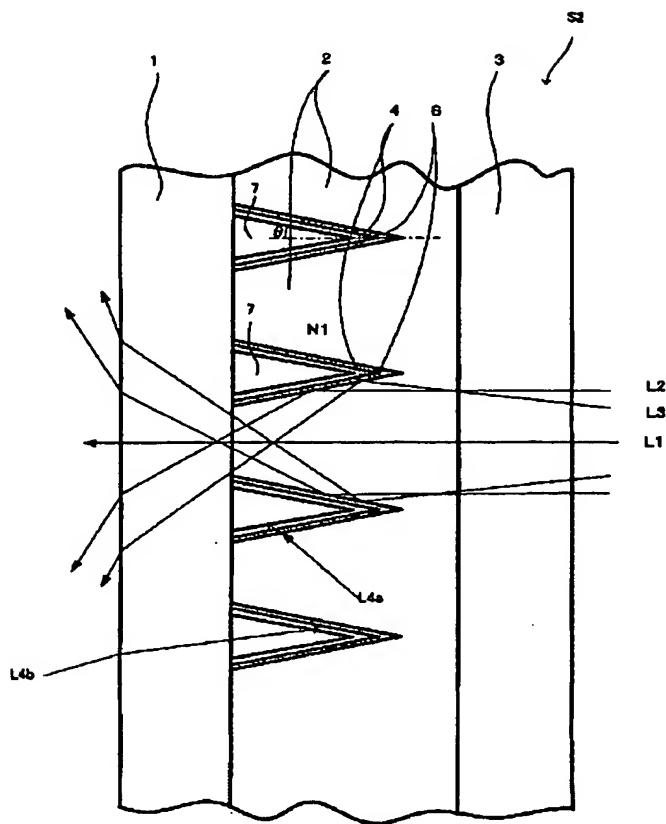
*** NOTICES ***

JPO and NCIPPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

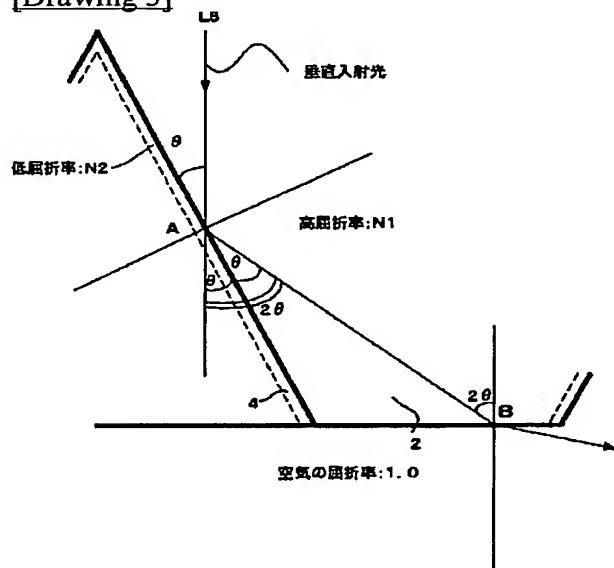
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

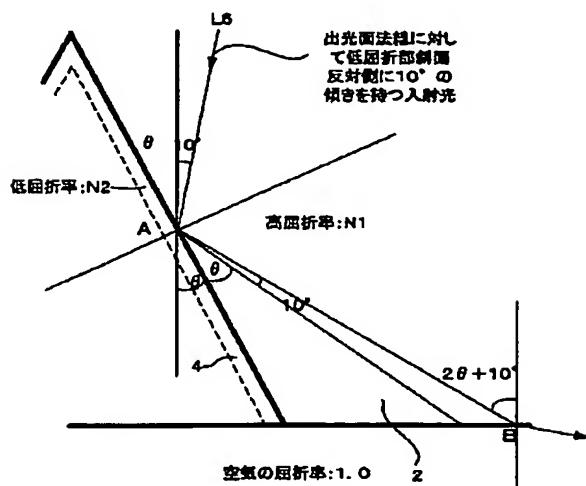
[Drawing 1]**[Drawing 2]**



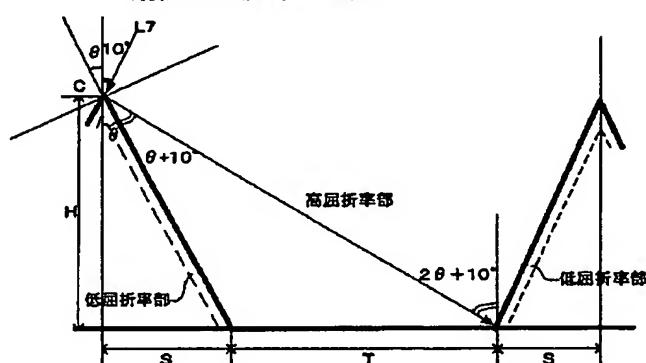
[Drawing 3]



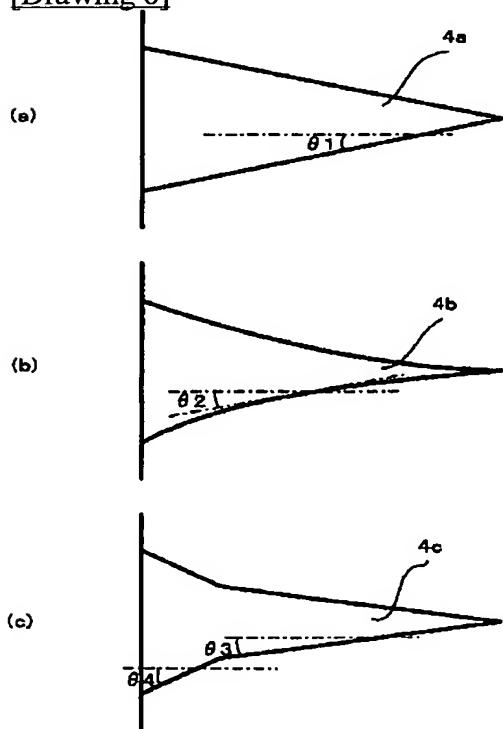
[Drawing 4]



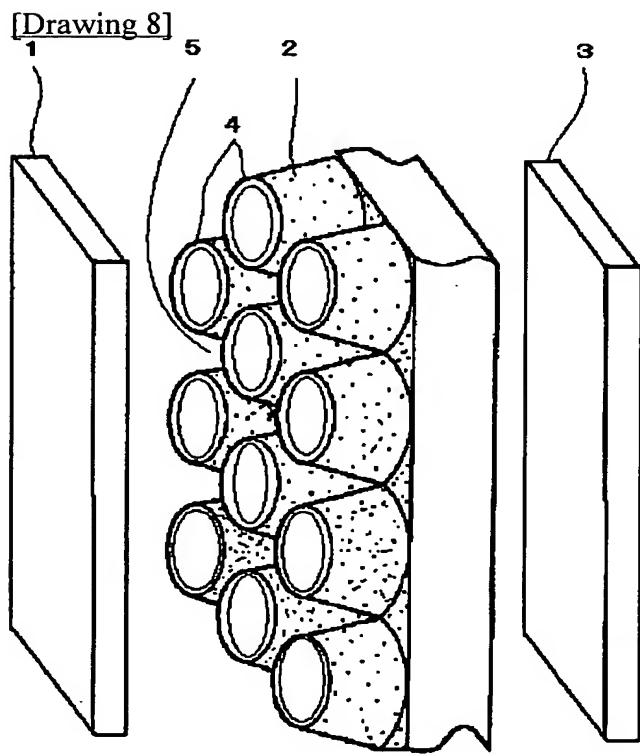
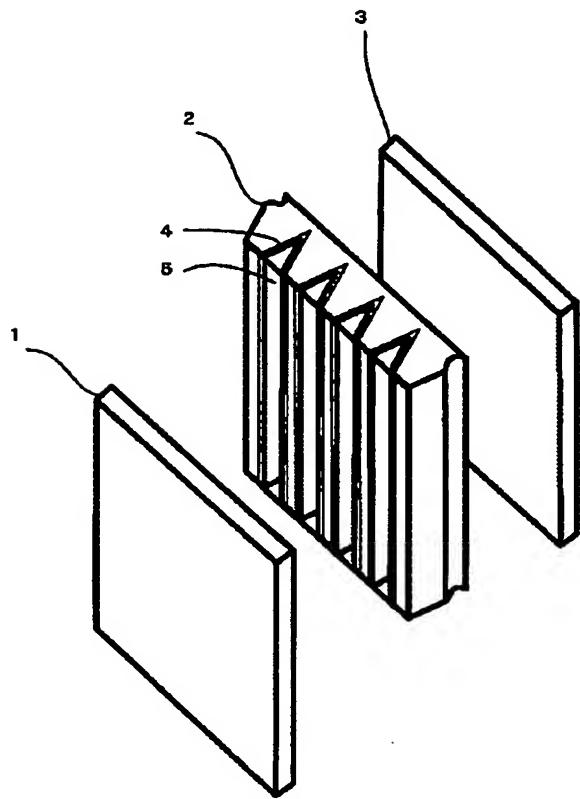
[Drawing 5]
出光面法線に対して低屈折部斜面
対側に10°の傾きを持つ入射光



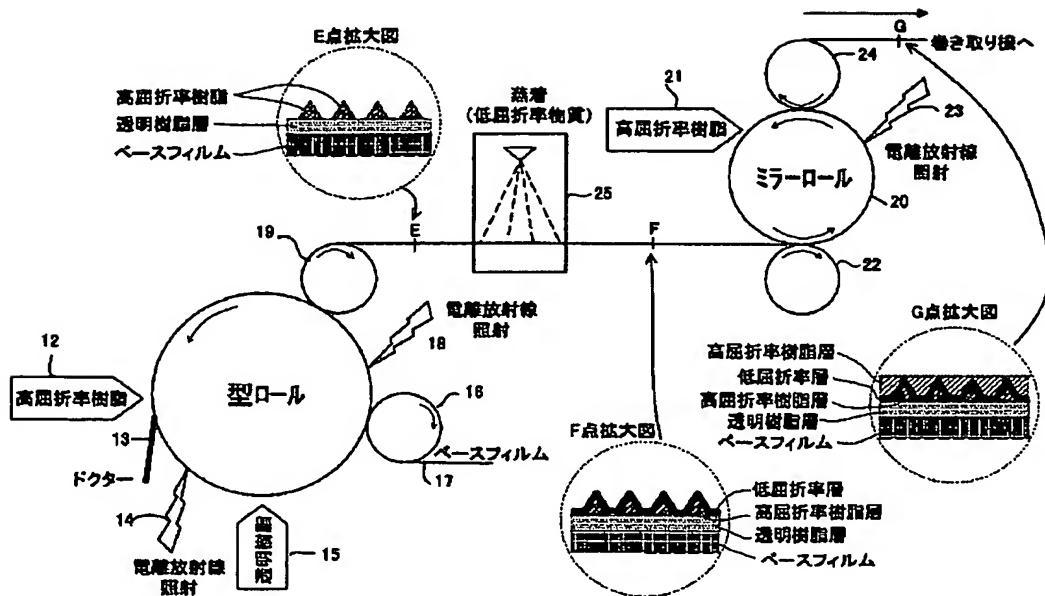
[Drawing 6]



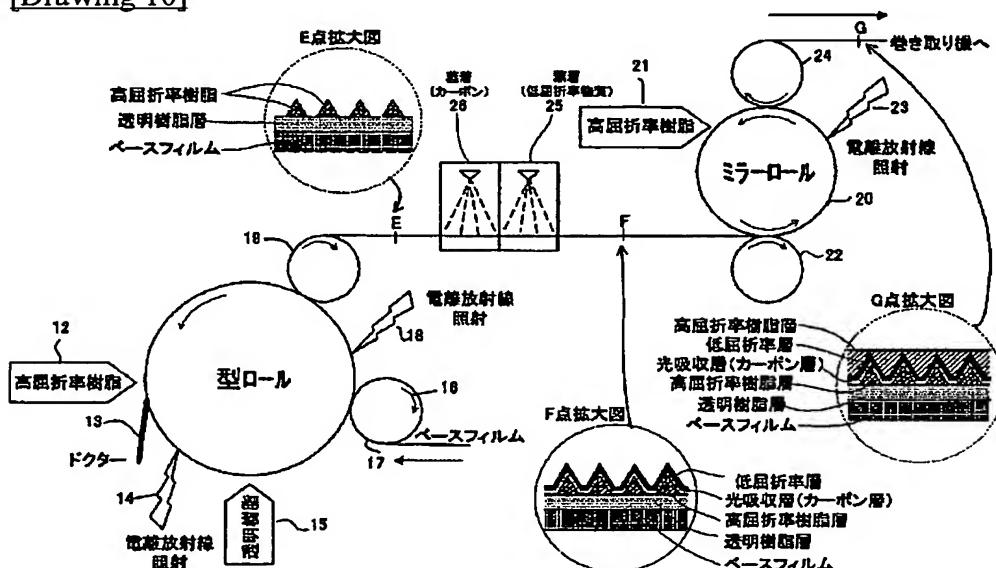
[Drawing 7]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-057416
(43)Date of publication of application : 26.02.2003

(51)Int.CI. G02B 5/02
G03B 21/62

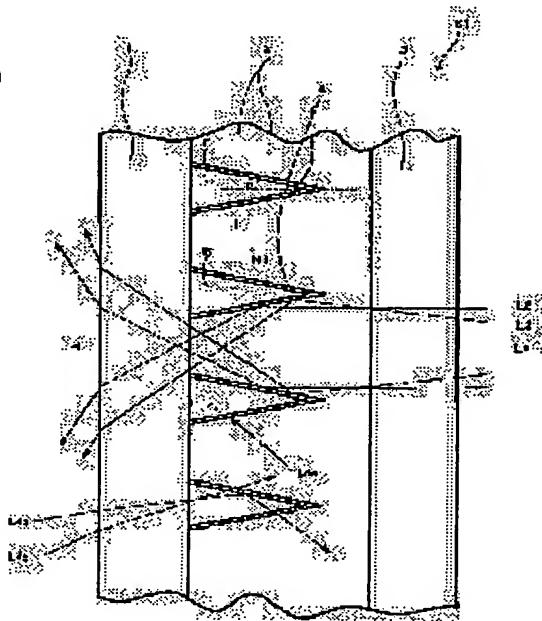
(21)Application number : 2001-243269 (71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD
(22)Date of filing : 10.08.2001 (72)Inventor : GOTO MASAHIRO
ODA KUNPEI
KOMADA MINORU

(54) LIGHT DIFFUSION SHEET AND PROJECTION SCREEN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light diffusion sheet which does not deteriorate surface brightness or a contrast due to stray light, has few angle dependencies and little scatter reflection of external light, and to provide a projection screen using the light diffusion sheet.

SOLUTION: In the light diffusion sheet in which a plurality of unit lenses are formed in one-dimensional or two-dimensional direction, the unit lens has an almost trapezoidal cross-sectional shape, and makes a trapezoidal lower bottom into a light beam receiving part and an upper base into a light emitting part, and is formed of a material having a predetermined refractive index N1. A transparent low refractive index layer having a refractive index N2 lower than N1 is formed at the portion of the trapezoidal oblique side of the unit lens. When the length of the trapezoidal upper base is set to be T, the height is set to be H and the angle formed by the trapezoidal oblique side and the normal of the light emitting part is set to be θ , the light diffusion sheet satisfies the relations of $\sin(90 \text{ degrees} - \theta) > N2/N1$, $N1 < 1/\sin 2\theta$ and $0 < HKT /(\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-57416

(P2003-57416A)

(43)公開日 平成15年2月26日 (2003.2.26)

(51)Int.Cl.
G 0 2 B 5/02
G 0 3 B 21/62

識別記号

F I
G 0 2 B 5/02
G 0 3 B 21/62

テマコト(参考)
C 2 H 0 2 1
B 2 H 0 4 2

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-243269(P2001-243269)

(22)出願日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(71)出願人 000002897
大日本印刷株式会社
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(72)発明者 後藤 正浩
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(72)発明者 織田 副平
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(74)代理人 100108800
弁理士 星野 哲郎 (外1名)

(54)【発明の名称】光拡散シートおよびプロジェクションスクリーン

(57)【要約】

【課題】迷光により表面輝度が低下したりコントラストが低下することがなく、角度依存性が少なく、外光の散乱反射の少ない光拡散シート、およびこの光拡散シートを用いたプロジェクションスクリーンを提供する。

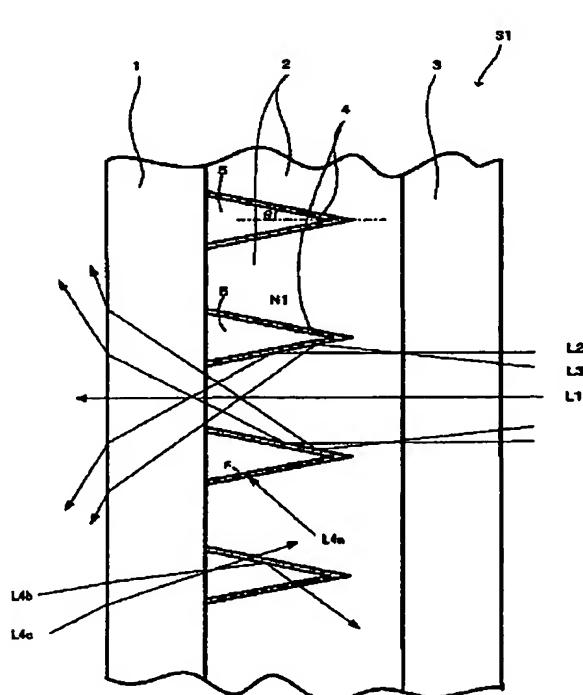
【解決手段】複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートにおいて、単位レンズはその断面形状が略台形であって台形の下底を入光部、上底を出光部とともに所定の屈折率N1を有する材料にて形成し、単位レンズの台形斜辺をなす部分にはN1より低い屈折率N2を有する透明低屈折率層を形成して、台形の上底の長さをT、高さをH、台形斜辺が出光部の法線となす角度をθとした場合、

$$\sin(90^\circ - \theta) > N_2 / N_1$$

$$N_1 < 1 / \sin 2\theta$$

$$0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$$

なる関係を有するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、前記単位レンズはその断面形状が略台形であって、前記台形の下底を入光部、上底を出光部とともに、所定の屈折率N1を有する材料にて形成されており、前記単位レンズの台形斜辺をなす部分には、N1より低い屈折率N2を有する透明低屈折率層が形成されていて、前記台形斜辺が前記出光部の法線となす角度をθとした場合、

$$\sin(90^\circ - \theta) > N2/N1$$

かつ

$$N1 < 1/\sin 2\theta$$

なる関係を有することを特徴とする光拡散シート。

【請求項2】複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、前記単位レンズはその断面形状が略台形であって、前記台形の下底を入光部、上底を出光部とともに、前記台形の斜辺をなす部分には、前記単位レンズの屈折率より低い屈折率を有する透明低屈折率層が形成されていて、

前記台形の上底の長さをT、高さをH、前記台形斜辺が前記出光部の法線となす角度をθ、とした場合、

$$0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan \theta)$$

なる関係を有することを特徴とする光拡散シート。

【請求項3】複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、前記単位レンズはその断面形状が略台形であって、前記台形の下底を入光部、上底を出光部とともに、所定の屈折率N1を有する材料にて形成されており、前記単位レンズの台形斜辺をなす部分には、N1より低い屈折率N2を有する透明低屈折率層が形成されていて、

前記台形の上底の長さをT、高さをH、前記台形斜辺が前記出光部の法線となす角度をθ、とした場合、

$$\sin(90^\circ - \theta) > N2/N1$$

$$N1 < 1/\sin 2\theta$$

かつ

$$0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan \theta)$$

なる関係を有することを特徴とする光拡散シート。

【請求項4】前記所定の屈折率N1およびN2、並びに台形の上底の長さTおよび高さHが、

$$1 < N1 < 5.76$$

$$0.23 < N2/N1 < 0.996$$

かつ

$$H < T / 0.57$$

なる関係を満たすことを特徴とする請求項3に記載された光拡散シート。

【請求項5】隣接する前記台形斜辺の透明低屈折率層

に挟まれた断面形状略三角形の部分は前記単位レンズを構成する材料の屈折率と略同一の屈折率を備える物質が充填されていることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載された光拡散シート。

【請求項6】前記隣接する前記台形斜辺の透明低屈折率層のさらに前記出光面側には光吸収層が形成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載された光拡散シート。

【請求項7】前記透明低屈折率層の層厚は、0.1μm以上であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載された光拡散シート。

【請求項8】前記単位レンズは板状または膜状の透明基材上に形成されていることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載された光拡散シート。

【請求項9】前記隣り合う単位レンズの間は可視光を吸収する材料にて構成されていることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載された光拡散シート。

【請求項10】観察者側には拡散剤を混入したシートが張り合わされていることを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載された光拡散シート。

【請求項11】前記拡散剤を混入したシートのさらに観察者側に反射防止層、ハードコート層、偏光フィルター層、帯電防止層、防眩処理層、防汚処理層、タッチセンサ層のうち少なくとも一つが設けられていることを特徴とする請求項10に記載された光拡散シート。

【請求項12】請求項1～11のいずれかの光拡散シートの映像光源側にフレネルレンズが配置されたプロジェクションスクリーン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光拡散シート、この光拡散シートを用いたプロジェクションスクリーンに関する。

【0002】

【従来の技術】プロジェクションディスプレイ装置等においては、観察者の視認性を高めるためスクリーンに光拡散シートを用いたものが知られている。この光拡散シートは、例えば、透光性フィルムの表面を凹凸処理したもの、樹脂フィルムの内部に光拡散性微粒子を含有させたもの、円柱状のレンズが一つの平面上に並列配置されたレンチキュラーレンズシート等がある。また、これらのシートを二、三枚組合せて用いることも行なわれている。これらは、フィルム、大気、微粒子等の各屈折率の差を利用してこれらの境界において映像光を多方向に屈折させ、映像光を広範囲に拡散して観察者側に出射することで視認性の向上を図ろうとするものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、光拡散性微粒子や凹凸が形成されたシート表面によって、映像光が乱反射して多くの迷光を生じさせることになり、ディスプ

レイの表面輝度、コントラストの低下等を招いていた。また、表面の凹凸処理により拡散性を有するものは、その拡散性および透明性に角度依存性があるため、ディスプレイを見る角度によって視認性が変化するという問題があった。一方、光拡散シートの光拡散性は、外光の散乱反射を増加させることにもつながり、コントラストが著しく低下して映像がボケやすいという問題点もあった。そこで本発明は、迷光により表面輝度が低下したりコントラストが低下することなく、角度依存性が少なく、外光の散乱反射の少ない光拡散シート、およびこの光拡散シートを用いたプロジェクションスクリーンを提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】以下、本発明について説明する。なお、本発明の理解を容易にするために添付図面の参照符号を括弧書きにて付記するが、それにより本発明が図示の形態に限定されるものではない。

【0005】本発明の第一態様の光拡散シート(S1)は、複数の単位レンズ(2)を一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、単位レンズはその断面形状が略台形であって台形の下底を入光部、上底を出光部とするとともに、所定の屈折率N1を有する材料にて形成されており、単位レンズの台形斜辺をなす部分にはN1より低い屈折率N2を有する透明低屈折率層(4)が形成されていて、台形斜辺が出光部の法線となす角度をθとした場合、

$$\sin(90^\circ - \theta) > N2/N1$$

かつ

$$N1 < 1/\sin 2\theta$$

なる関係を有することを特徴とする。ここに単位レンズの断面形状は略台形なので、θは一定、すなわち斜辺は直線状であることを基本とするが、本発明は曲線状の斜辺や、浅い角度をなす複数の直線の組み合わせである場合をも含むものである。この場合にθは、変化するが、斜辺をなす各部分におけるθの90%以上が上記関係を満たせば下記の効果を奏すことができるので、本発明の技術的思想に包含されると解されるべきものである(θに関して以下同じ。)。

【0006】この第一態様の光拡散シートによれば、出光面法線に平行な入射光は斜辺の透明低屈折率層表面にて全反射され、出光面においては反射を起こすことなく観察者側に出光される。したがって輝度とコントラストが高い光拡散シートを得ることができる。本発明のスクリーンは主に単光源プロジェクタ用であり、フレネルレンズを使用することで本シートへの入射角度を垂直にすることが可能である。なお、斜辺への入射角は、一般には、 $0^\circ \pm 10^\circ$ の範囲にあることが知られている。

【0007】本発明の第二態様の光拡散シートは、複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、単位レンズはその断面形状が略台形

であって台形の下底を入光部、上底を出光部とするとともに台形の斜辺をなす部分には単位レンズの屈折率より低い屈折率を有する透明低屈折率層が形成されていて、台形の上底の長さをT、高さをH、台形斜辺が出光部の法線となす角度をθとした場合、

$$0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$$

なる関係を有することを特徴とする。

【0008】この第二態様の光拡散シートによれば、出光面法線に対して最大10°の傾きをもって入射し、単位レンズ断面が形成する台形斜辺の透明低屈折率層表面にて反射された光でも、隣接する単位レンズ断面が形成する台形斜辺の透明低屈折率層にいたることなく出光面から観察者側に出光される。したがって輝度が高く迷光の少ない光拡散シートを得ることができる。

【0009】本発明の第三態様の光拡散シートは、複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、単位レンズはその断面形状が略台形であって台形の下底を入光部、上底を出光部とするとともに所定の屈折率N1を有する材料にて形成されており、単位レンズの台形斜辺をなす部分にはN1より低い屈折率N2を有する透明低屈折率層が形成されていて、台形の上底の長さをT、高さをH、台形斜辺が出光部の法線となす角度をθとした場合、

$$\sin(90^\circ - \theta) > N2/N1$$

$$N1 < 1/\sin 2\theta$$

かつ

$$0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$$

なる関係を有することを特徴とする。

【0010】この第三態様の光拡散シートは、第一態様の光拡散シートの長所と、第二態様の光拡散シートの長所とを兼ね備えている。この第三態様の光拡散シートによれば、出光面法線に平行な入射光は、斜辺の透明低屈折率層表面にて全反射され、出光面においては反射を起こすことなく観察者側に出光される。また、出光面法線に対して最大10°の傾きをもって入射し、単位レンズ断面が形成する台形斜辺の透明低屈折率層表面にて反射された光は、隣接する単位レンズ断面が形成する台形斜辺の透明低屈折率層にいたることなく出光面から観察者側に出光される。したがって輝度とコントラストが高い、迷光の少ない光拡散シートを得ることができる。

【0011】上記第三態様の光拡散シートにおいて、所定の屈折率N1およびN2、並びに台形の上底の長さTおよび高さHが、

$$1 < N1 < 5.76$$

$$0.23 < N2/N1 < 0.996$$

かつ

$$H < T / 0.57$$

なる関係を満たすように構成してもよい。

【0012】このように構成した場合には、第三態様の光拡散シートで、θが5~15°の範囲において、出光

面法線に平行な入射光を斜辺にて全反射し、出光面においては反射を起こすことなく観察者側に出光することができる。また、シート内において一度斜辺にて反射された光は、再び他の斜辺に到達することなく出光面から出光される。ここにθの範囲を5~15°としたのは、このような単位レンズのテーパー角を5~15°とすることで、好適な視野角特性を得ることができるからである。

【0013】また上記諸態様の光拡散シートにおいて、隣接する台形斜辺の透明低屈折率層に挟まれた断面形状略三角形の部分は単位レンズを構成する材料の屈折率と略同一の屈折率を備える物質が充填されていることとしてもよい。また、この物質は着色されていてもよい。

【0014】このようにすれば、観察者側への反射光を減らすことができる。

【0015】また上記諸態様の光拡散シートにおいて、隣接する台形斜辺の透明低屈折率層のさらに出光面側に光吸収層を形成してもよい。

【0016】このようにした場合には、出光面法線に対して10°以上の傾きをもって入射した光の一部は透明低屈折率層表面にて全反射されず、透明低屈折率層内部に入射するが、光吸収層により吸収される。また観察者側から出光面以外の部分に入射された光も光吸収層により吸収される。したがって迷光や反射光の少ない、鮮明な画面が得られる光拡散シートを提供することができる。

【0017】また上記諸態様の光拡散シートにおいて、透明低屈折率層の層厚を0.1μm以上であることとしてもよい。さらにこの透明低屈折率層の層厚の上限は10μmとすることが好ましい。透明低屈折率層の層厚を0.1μm以下とした場合、斜面で光がほとんど反射されず、透過率が大幅に低下する。一方層厚を10μm以上にするとその部分を通る外光が増えて、コントラストの劣化が起きると考えられるからである。また製造上でも10μm以上の層厚を形成するには多大な時間を要する。さらに代表的な低屈折率物質であるシリカ等においてはそのような層厚とすると脆さの欠点が顕著なものとなってくるからである。またさらに、単位レンズのピッチが小さい場合には、10μm以下であって、かつ、溝部分の幅の1/5の厚さとすることが好ましい。

【0018】このようにすれば、透明低屈折率層による全反射を確実なものとすることができます。

【0019】また、単位レンズを板状または膜状の透明基材(3)上に形成するようにしてもよい。

【0020】このようにした場合には、ロール状の型を使用して、配列された単位レンズを連続的に生産することができる。

【0021】さらに隣り合う単位レンズの間は可視光を吸収する材料にて構成してもよい。

【0022】このように構成した場合には、迷光を吸収

してコントラストの高い光拡散シートを実現することができる。

【0023】また、上記において、観察者側に拡散剤を混入したシート(1)を張り合わせてもよい。

【0024】このようにした場合には、観察者側の面を平面とすることができるので、表面への加工が容易なものとなる。また、拡散剤の光学的作用により、出光側のゲインを均一にならすことができる。この拡散剤を混入したシートを張り合わせるための接着層または粘着層の屈折率は単位レンズの屈折率と同程度でよい。光学的に大きな影響は出ないと考えられるからである。

【0025】上記のように構成した場合には、拡散剤を混入したシートのさらに観察者側に、反射防止層、ハードコート層、偏光フィルター層、帯電防止層、防眩処理層、防汚処理層、タッチセンサ層のうち少なくとも一つを設けるように構成してもよい。本発明においてはこれらの機能のうち一つだけを持たせてもよく、また複数の機能を併せ持たせてもよい。

【0026】このように構成した場合には、光拡散シートに多様な機能を持たせることができる。

【0027】またさらに本発明では、上記したいずれかの光拡散シートの映像光源側にフレネルレンズを配置したプロジェクションスクリーンを提供して前記した課題を解決する。

【0028】この発明によれば、上記光拡散性シートの諸特性をプロジェクションスクリーンにおいて実現することができる。

【0029】本発明のこのような作用及び利得は、次に説明する実施の形態から明らかにされる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面に示す実施形態に基づき説明する。図1および図2は、本発明の第一および第二実施形態の光拡散シートS1およびS2の水平断面を示す図である。これらの図においては、図面右側に映像光源が配置され、図面の左側に観察者が位置している。

【0031】図1は、本発明の第一実施形態の光拡散シートS1を示している。この光拡散シートS1は、観察者側から映像光源方向に順に、拡散剤入りシート1、単位レンズ2、ベースシート3が張り合わされて配置されている。単位レンズ2は高屈折率N1を有する物質により形成されている。さらに、隣接する単位レンズ2、2、の斜辺には、N1より小さな屈折率N2を備え透明な物質により形成された層4(以下「透明低屈折率層4」という。)が形成されている。また隣接する単位レンズ2の間に挟まれた断面形状三角形の部分は、単位レンズ2の屈折率N1と略同一の屈折率を有する物質で埋められている。以後の説明においてはこの断面形状三角形の部分を「レンズ間部分5」という。また必要に応じて単位レンズ2を「高屈折率部2」ということもある。

【0032】高屈折率部2の屈折率N1と、透明低屈折率層4の屈折率N2との比は、光拡散シートS1の光学特性を得るために所定の範囲に設定されている。また、透明低屈折率層4と高屈折率部2とが接する斜辺が、出光面の法線（当該光拡散シートS1に対する垂直入射光に平行である。）となす角度は所定の角度θに形成されている。これらについては後に詳述する。

【0033】高屈折率部2は通常電離放射線硬化性を有するエポキシアクリレートなどの材料にて構成されている。透明低屈折率層4は、シリカ等透明樹脂の屈折率より低い屈折率を有する材料にて形成されている。またレンズ間部分5は、カーボン、顔料または所定の染料等にて所定濃度に着色されている。また、拡散剤入りシート1、およびベースシート3は、高屈折率部2と略同一の屈折率を有する材料にて構成されている。拡散剤入りシート1の観察者側には、反射防止層、ハードコート層、偏光フィルター層、帯電防止層、防眩処理層、防汚処理層、タッチセンサ層などの機能層が適宜設けられている。

【0034】次に光拡散シートS1の単位レンズ2内に入光した光の光路について、図1を参照しつつ簡単に説明する。なお、図1において、光L1～L4の光路は模式的に示されたものである。いま、図1において、映像光源側から単位レンズ2の中央部付近に入射した垂直光L1は、そのまま光拡散シートS1の内部を直進して通過し、観察者に至る。映像光源側から単位レンズ2の端部付近に入射した垂直光L2は、高屈折率部2と透明低屈折率層4との屈折率差により斜辺にて全反射され、所定の角度をもって観察者側に出光される。映像光源側から単位レンズ2の端部付近に角度をもって入射した光L3は、斜辺にて全反射され、入射時とは反対方向にさらに大きな角度をもって観察者側に出光される。斜辺に所定以上の大きな角度をもって入射する迷光L4aは、高屈折率部2と低屈折率部4との屈折率差によつても反射されることなく透明低屈折率層4の内部に入光する。レンズ間部分5は着色しているので、迷光L4aはレンズ間部分5にて吸収され、観察者側に至ることはない。また、観察者側からレンズ間部分5に入光した迷光L4b、L4cは、一部はレンズ間部分5にて吸収され、その余は透明低屈折率層4に反射され、あるいは透過されて映像光源側に抜けてゆくので、観察者側に反射光となって、出光されることがない。このようにして水平方向に広い視野角をもち、コントラスト、輝度の高い光拡散シートS1を得ることができる。

【0035】図2は、本発明の第二実施形態の光拡散シートS2を示している。この光拡散シートS2も、観察者側から映像光源方向に順に、拡散剤入りシート1、単位レンズ2、ベースシート3が張り合わされて配置されている。単位レンズ2は高屈折率N1を有する物質により形成されている。さらに、隣接する単位レンズ2、

2. の斜辺には、N1より小さな屈折率N2を備え透明な物質により形成された透明低屈折率層4が形成されている。透明低屈折率層4のさらに外側にはカーボン等の光吸収性材料により光吸収層6が形成されている。

【0036】隣接する単位レンズ2の間に挟まれた断面形状三角形の部分は、単位レンズ2の屈折率N1と略同一の屈折率を有する物質で埋められ、レンズ間部分7を形成している。

【0037】本実施形態においても、高屈折率部2の屈折率N1と、透明低屈折率層4の屈折率N2との比は、光拡散シートS1の光学特性を得るために所定の範囲に設定されている。また、透明低屈折率層4と高屈折率部2とが接する斜辺が、出光面の法線（当該光拡散シートS1に対する垂直入射光に平行である。）となす角度は所定の角度θに形成されている。

【0038】高屈折率部2は通常、電離放射線硬化性を有するエポキシアクリレートなどの材料にて構成されている。また、透明低屈折率層4は、シリカ等透明樹脂の屈折率より低い屈折率を有する材料にて形成されている。またレンズ間部分5には、所定の樹脂材料が充填されている。また、拡散剤入りシート1、およびベースシート3は、高屈折率部2と略同一の屈折率を有する材料にて構成されている。拡散剤入りシート1の観察者側には、反射防止層、ハードコート層、偏光フィルター層、帯電防止層、防眩処理層、防汚処理層、タッチセンサ層などの機能層が適宜設けられている。

【0039】次に光拡散シートS2の単位レンズ2内に入光した光の光路について、図2を参照しつつ簡単に説明する。なお、図2においても、光L1～L4の光路は模式的に示されたものである。いま、図2において、映像光源側から単位レンズ2の中央部付近に入射した垂直光L1は、そのまま光拡散シートS2の内部を直進して通過し、観察者に至る。映像光源側から単位レンズ2の端部付近に入射した垂直光L2は、高屈折率部2と透明低屈折率層4との屈折率差により斜辺にて全反射され、所定の角度をもって観察者側に出光される。映像光源側から単位レンズ2の端部付近に角度をもって入射した光L3は、斜辺にて全反射され、入射時とは反対方向にさらに大きな角度をもって観察者側に出光される。斜辺に所定以上の大きな角度をもって入射する迷光L4aは、高屈折率部2と低屈折率部4との屈折率差によつても反射されることなく透明低屈折率層4の内部に入光して、光吸収層6にて吸収され、観察者側に至ることはない。また、観察者側からレンズ間部分5に入光した迷光L4bは、レンズ間部分5を通して光吸収層6にて吸収されるので、観察者側に反射光となって、出光されることがない。このようにして水平方向に広い視野角をもち、コントラスト、輝度の高い光拡散シートS2を得ることができる。

【0040】次に、図3および図4を参照しつつ光拡散

シートの単位レンズ部に入射した光拡散シート内の光が斜辺にて全反射され、かつ出光面においては、全反射されずに観察者側に透過する条件について説明する。

【0041】図3は、光拡散シート内において、第一実施形態の光拡散シートS1の斜辺に垂直光L5が入射した場合の光路を示す図である。図3においては映像光源は図面上方に、観察者は図面下方に位置するものとする。また拡散剤入りシート1、およびベースシート3は説明の簡略化のため省略している（以下図4および5において同じ。）。

【0042】図3において、斜辺に入射した垂直光L5が、斜辺のA点において全反射され始める条件（臨界条件）は、スネルの法則により、

$$\sin(90^\circ - \theta) = N_2/N_1$$

であるから、垂直光L5が常に全反射されるためには、

$$(式1) \quad \sin(90^\circ - \theta) > N_2/N_1$$

なる条件を満たす必要がある。

【0043】また、斜辺のA点にて反射された光L5が、出光面のB点において全反射され始める条件（臨界条件）は、大気の屈折率を1とした場合、スネルの法則により、 $\sin 2\theta = 1/N_1$ であるから、光L5がB点から観察者側に確実に出光されるためには、

$$(式2) \quad \sin 2\theta < 1/N_1$$

なる条件を満たす必要がある。

【0044】なお参考のために図4を参照しつつ、光拡散シートS1の斜辺に10°の傾きを持った光拡散シート内の光L6が入射した場合の光路について以下に簡単に説明する。

【0045】図4において、斜辺に入射した10°の傾きを持つ光L6が、斜辺のA点において全反射され始める条件（臨界条件）は、スネルの法則により、

$$(式5) \quad H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$$

で表される。

【0049】次にθが5°～15°であるとして、その範囲においてさらに具体的にN1とN2の値を考察する。5° < θ < 15°の範囲においては、

$$\sin(90^\circ - \theta) < 0.996$$

であり、式1により、N2/N1の値はこれより小さいから

$$(式6) \quad N_2/N_1 < 0.996$$

一方、5° < θ < 15°の範囲では、

$$1/\sin 2\theta < 5.76$$

であるから、式2より、

$$(式7) \quad N_1 < 5.76$$

さらに、入手しうる現実の材料を考慮した場合、N2の最小値は1.30なので、

$$N_2/N_1 > 1.30/5.76 = 0.23$$

したがって上式と式6から

$$(式8) \quad 0.23 < N_2/N_1 < 0.996$$

上記式7および式8が5° < θ < 15°の範囲での、N

$$\sin(80^\circ - \theta) = N_2/N_1$$

であるから、10°の傾きを持った光L6が常に全反射されるためには、

$$(式3) \quad \sin(80^\circ - \theta) > N_2/N_1$$

なる条件を満たす必要がある。

【0046】また、斜辺のA点にて反射された光L6が、出光面のB点において全反射され始める条件（臨界条件）は、大気の屈折率を1とした場合、スネルの法則により、 $\sin(2\theta + 10^\circ) = 1/N_1$ であるから、光L6がB点から観察者側に確実に出光されるためには、

$$\sin(2\theta + 10^\circ) < 1/N_1$$

すなわち

$$(式4) \quad N_1 < 1/\sin(2\theta + 10^\circ)$$

なる条件を満たす必要がある。

【0047】次に、図5を参照しつつ光拡散シートS1の斜辺にて反射された光が、隣接する斜辺に到達しない条件について説明する。この条件を見出すためには、出光面法線に対して最も大きな角度（現実的には10°）を持つ入射光L7が、低屈折率部4がなす三角形の頂点付近の斜辺上の点Cにて全反射された場合に、その反射光が隣接する斜辺に到達しないように、三角形の高さHと単位レンズの上底の長さTとの関係を定めればよい。

【0048】図5において、三角形の底辺の長さを2Sとすれば、

$$\tan\theta = S/H$$

$$\tan(2\theta + 10^\circ) = (S+T)/H$$

したがって、

$$H = T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$$

Hが上記値より小であれば、反射光が隣接する斜辺に到達しない。したがってその条件は、

$$(式5) \quad H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan\theta)$$

1およびN2の値がとりうる条件である。

【0050】また、式5においては、θ=15°の時にHに対する条件が決定され、

$$H < T / 0.57$$

となる。

【0051】図6は、低屈折率部4の形状の諸態様を示す図である。この低屈折率部4は、隣接する二つの単位レンズ2、2の斜辺により形成される略三角形の形状を基礎としている。図6(a)は、斜辺が直線にて形成されている場合を表している。この場合には、斜辺と出光面法線とがなす角度θ1は斜辺上のどの点においても一定である。図6(b)は、斜辺が滑らかな曲線で形成されている場合を表している。また図6(c)は、斜辺が2本の直線にて構成されている場合を示している。これらの場合、斜辺と出光面法線とがなす角度θ2、またはθ3若しくはθ4は、斜辺上の位置により異なる。本発明において図6(b)や図6(c)の場合のように斜辺と出光面法線のなす角度が一定でないときは、斜辺の長

さの90%以上において、以上に説明してきた式1～8の各条件を満たせば本発明の効果を得ることができる。

【0052】図7および図8は、第一実施形態の光拡散シートS1構成の一例を示す図である。図7に示される光拡散シートは水平断面形状が垂直方向に一定な単位レンズ2を備えている。隣接する単位レンズ2、2の間にには、透明低屈折率層4を介して、レンズ間部分5に樹脂材料が充填されている。出光面側には拡散剤入りシート1が、入光面側にはベースシート3が配置されている。図面では理解のためにこれら三者が離れて表されているが、実際にはこれらは貼り合わされている。

【0053】一方、図8に示されている光拡散シートにおいては、半載円錐状の単位レンズが垂直平面上に二次元状に配列されている。各単位レンズの半載円錐の頂部平面は同一面上に形成されており、この平面に拡散剤入りシート1が貼り合わされている。隣接する単位レンズ2、2との間の空隙は透明低屈折率層4を介してレンズ間部分5に樹脂材料が充填されている。図7および図8のいずれに示されている光拡散シートの構成によっても本発明による効果を得ることができる。

【0054】次に図9および図10を参照しつつ本実施形態の光拡散シートの製造方法について説明する。図9は第一実施形態の光拡散シートS1、図10は第二実施形態の光拡散シートS2の製造方法をそれぞれ示すものである。

【0055】この製造方法に使用される製造装置は、型ロール10と、ミラーロール20と、ベースフィルム供給ロール16と、補助ロール群19、22、24と、電離放射線硬化型樹脂を供給するフィーダー12、15、21と、電離放射線照射機14、18、23とを備えている。さらに第一実施形態にかかる製造装置は透明低屈折率物質の蒸着装置25を、第二実施形態にかかる製造装置は透明低屈折率物質の蒸着装置25および光吸収層としてのカーボン蒸着装置26を備えている。

【0056】図9の第一実施形態にかかる光拡散シートS1の製造装置において、所定の速度で回転する型ロール10の表面にはレンズ間部分5を構成する断面形状三角形の部分に対応する雌型が彫られている。所定温度に加温された高屈折率（レンズ部と同程度の屈折率）樹脂を樹脂フィーダー12から型ロール10上に供給され、三角形の凹部に充填される。余剰の樹脂をドクターブレード13にて搔き落とした後、電離放射線照射機14にて電離放射線をロール表面に照射して、高屈折率樹脂を硬化させる。次いでフィーダー15から透明樹脂をロール幅のほぼ全長にわたって供給し型ロール10の表面に透明樹脂層を形成する。さらにその上面にベースフィルム17を、供給ロール16から巻き出して形成したのち、再び電離放射線照射機18にて電離放射線を照射して、透明樹脂を硬化させる。そして補助ロール19により折り返してミラーロール20へと供給する。この折り

返しの工程により、型ロール10の表面凹部に形成されていた断面形状三角形の高屈折率部は、ロール表面から剥離される。この時点では、E点拡大図で示されるように、ベースフィルム上に透明樹脂層が形成され、さらに透明樹脂層の上面に高屈折率樹脂が断面三角形に形成されている。

【0057】その後、第一実施形態の光拡散シートS1の製造装置では、高屈折率樹脂の上方に蒸着装置25を配置して、蒸着装置25から透明低屈折率物質を高屈折率物質の稜部に蒸着して、透明低屈折率層を形成する（F点拡大図参照）。一方第二実施形態の光拡散シートS2の製造装置では、上記蒸着装置25の前にもう一つの蒸着装置26が配置されている（図10参照）。蒸着装置26では、カーボンの蒸着が行われる。したがって、高屈折率樹脂層の上にはカーボン層が形成され、さらにその上に透明低屈折率層が形成されている（図10のF点拡大図参照）。

【0058】ミラーロール20側では、あらかじめロール表面に単位レンズを構成する高屈折率樹脂がフィーダー21から供給されて、硬化前のやわらかい状態で高屈折率樹脂層が形成されている。この高屈折率樹脂層と型ロール10から供給されてきた中間製品とがミラーロール20と補助ロール22とにより圧着される。柔らかな高屈折率樹脂は圧着されることにより透明低屈折率層が形成する断面形状台形の谷間に隙間なく入り込む。さらにミラーロール20の表面に電離放射線照射機23にて電離放射線を照射して、高屈折率樹脂を硬化させる。そして補助ロール24により反対方向に折り返して、硬化した高屈折率樹脂をミラーロール20から剥離する。この時点では、G点拡大図に示されるように、断面形状三角形の透明低屈折率層の上面に断面形状が台形の高屈折率樹脂層にて形成された単位レンズ群が形成されている。その後このシートは巻き取り機へと送られロール状に巻き取られる。

【0059】なお、上記工程は、型ロール10にて断面形状三角形のレンズ間部分5を形成するものであるが、型ロール10により断面形状台形の高屈折率部2を先に形成して、ミラーロール20側のフィーダー21からレンズ間部分5を形成する高屈折率樹脂を供給するように構成してもよい。

【0060】

【実施例】単位レンズを構成する高屈折率部2（台形部分）の材料としてエポキシアクリレート、レンズ間部分5の材料としてウレタンアクリレートを使用した。レンズ間部分5は、カーボン顔料にて透過率1%となる濃度に着色した。高屈折率部2の屈折率は1.57、レンズ間部分5の屈折率は1.48であった。また透明低屈折率層を屈折率1.45のシリカを蒸着することにより形成した。蒸着膜の厚さは約1μmであった。このように構成したシートの入光側にフレネルレンズシートを、観

察者側には拡散板を配置した。拡散板は、アクリル製三層構造で、中間層に拡散剤を混入したものを使用した。高屈折率部のレンズピッチは $50\text{ }\mu\text{m}$ とした。また、高屈折率部2の台形部分の上底長さと、低屈折率部の三角形底辺の長さを等しくなるようにし、いわゆるブラックストライプ率が50%となるようにした。さらに頂角 θ を 10° に設定した。

【0061】このように構成した光拡散シートは、透過率が80%、反射率が5%、ゲインが4であった。また、垂直視野角(半值角：ある方向から観視したときの輝度が正面から観視したときの半分になる角度)は 12° 、水平視野角(半值角)は 25° であった。

【0062】以上、現時点において、もっとも、実践的であり、かつ、好ましいと思われる実施形態に関連して本発明を説明したが、本発明は、本願明細書中に開示された実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲および明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う光拡散シートおよびプロジェクションスクリーンもまた本発明の技術的範囲に包含されるものとして理解されなければならない。

【0063】

【発明の効果】以上に説明したように、複数の単位レンズを一次元または二次元方向に形成した光拡散シートであって、単位レンズはその断面形状が略台形であって台形の下底を入光部、上底を出光部とするとともに所定の屈折率N1を有する材料にて形成されており、単位レンズの台形斜辺をなす部分にはN1より低い屈折率N2を有する透明低屈折率層が形成されていて、台形の上底の長さをT、高さをH、台形斜辺が出光部の法線となす角度を θ とした場合、

$$\sin(90^\circ - \theta) > N2/N1$$

$$N1 < 1/\sin 2\theta$$

$$0 < H < T / (\tan(2\theta + 10^\circ) - \tan \theta)$$

なる関係を有することを特徴とする光拡散シートによれば、出光面法線に平行な入射光は、斜辺の透明低屈折率層表面にて全反射され、出光面においては反射を起こすことなく観察者側に出光される。また、出光面法線に対して最大 10° の傾きをもって入射し、単位レンズ断面が形成する台形斜辺の透明低屈折率層表面にて反射された光は、隣接する単位レンズ断面が形成する台形斜辺の透明低屈折率層にいたることなくの出光面から観察者側

に出光される。したがって輝度とコントラストが高く、迷光の少ない光拡散シートを得ることができる。

【0064】また、単位レンズを板状または膜状の透明基材上に形成した場合には、ロール状の型を使用して、配列された単位レンズを連続的に生産することができる。

【0065】さらに隣り合う単位レンズの間は可視光を吸収する材料にて構成した場合には、迷光を吸収してコントラストの高い光拡散シートを実現することができる。

【0066】また、観察者側に拡散剤を混入したシートを張り合わせた場合には、観察者側の面を平面とすることができますので、表面への加工が容易になる。また、拡散剤の光学的作用により、出光側のゲインを均一にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一実施形態の光拡散シートの断面を示す図である。

【図2】第二実施形態の光拡散シートの断面を示す図である。

【図3】光拡散シートに垂直光が入射した場合の光路を示す図である。

【図4】光拡散性シートに 10° の傾きを持った光が入射した場合の光路を示す図である。

【図5】光拡散性シートに 10° の傾きを持った光が低屈折率部がなす三角形の頂点付近に入射した場合の光路を示す図である。

【図6】低屈折率部の形状の諸態様を示す図である。

【図7】光拡散シートの構成の一例を示す図である。

【図8】光拡散シートの構成の他の一例を示す図である。

【図9】第一実施形態の光拡散シートの製造方法の一例を示す図である。

【図10】第二実施形態の光拡散シートの製造方法の一例を示す図である。

【符号の説明】

S1 光拡散シート

S2 光拡散シート

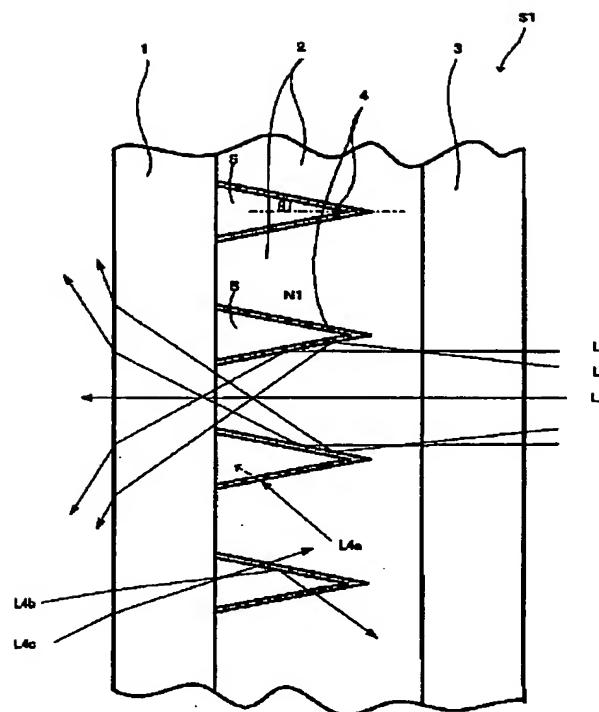
1 拡散剤入りシート

3 ベースシート(透明基材)

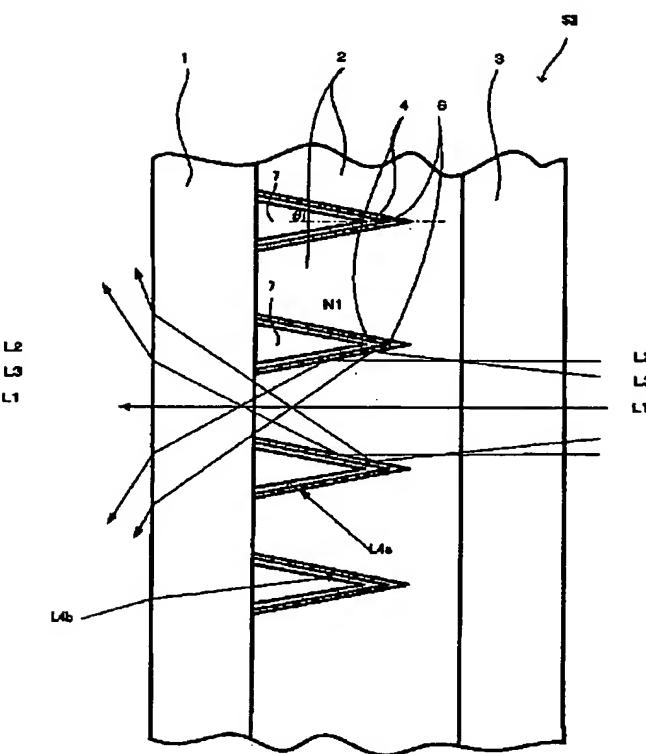
4 透明低屈折率層

6 カーボン層(光吸収層)

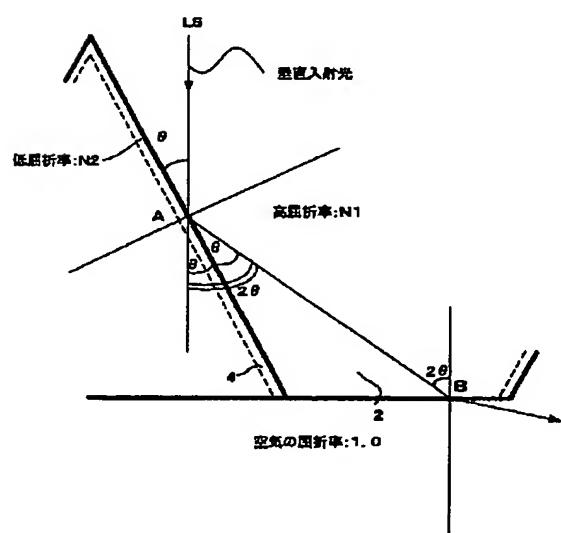
【図1】



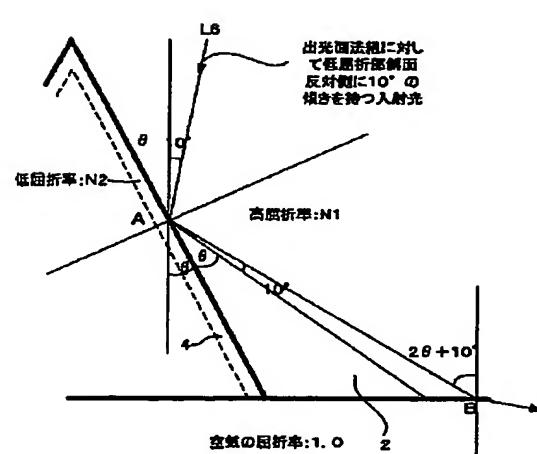
【図2】



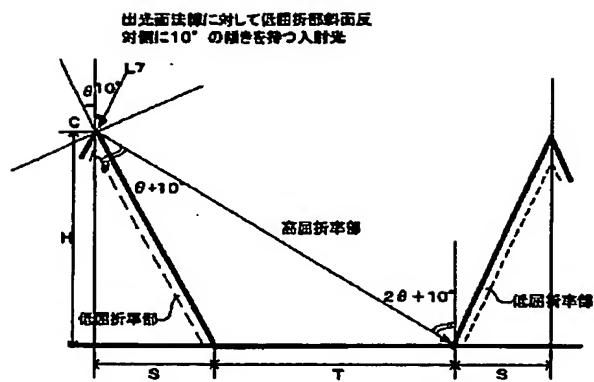
【図3】



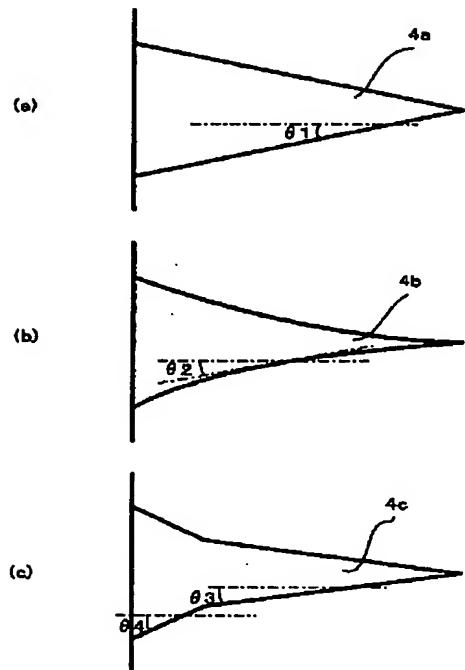
【図4】



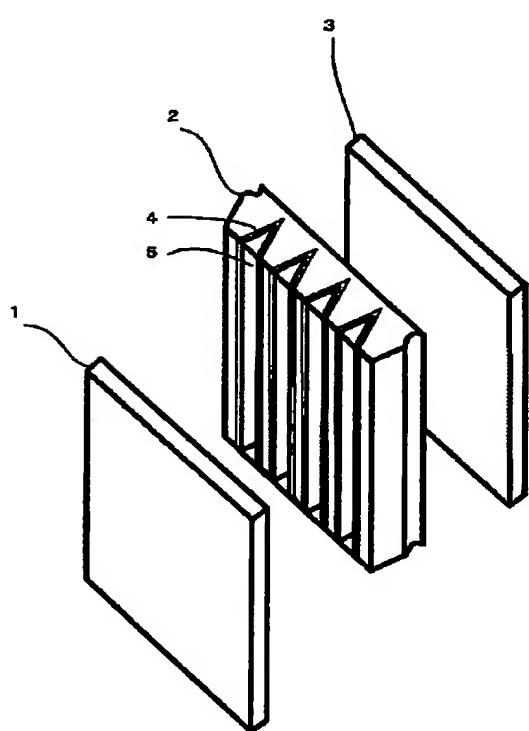
【図5】



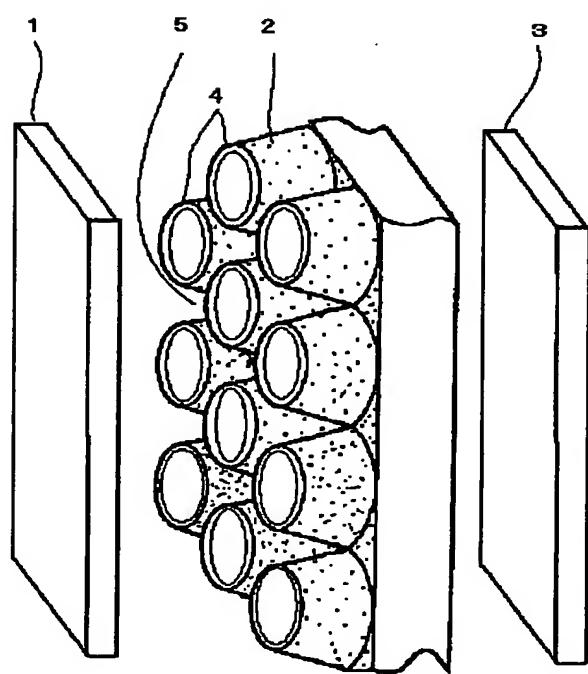
【図6】



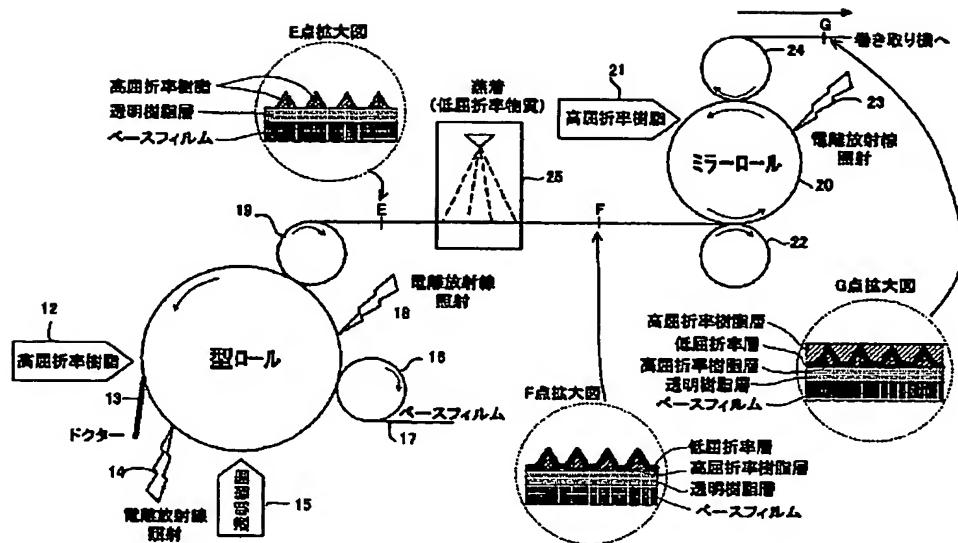
【図7】



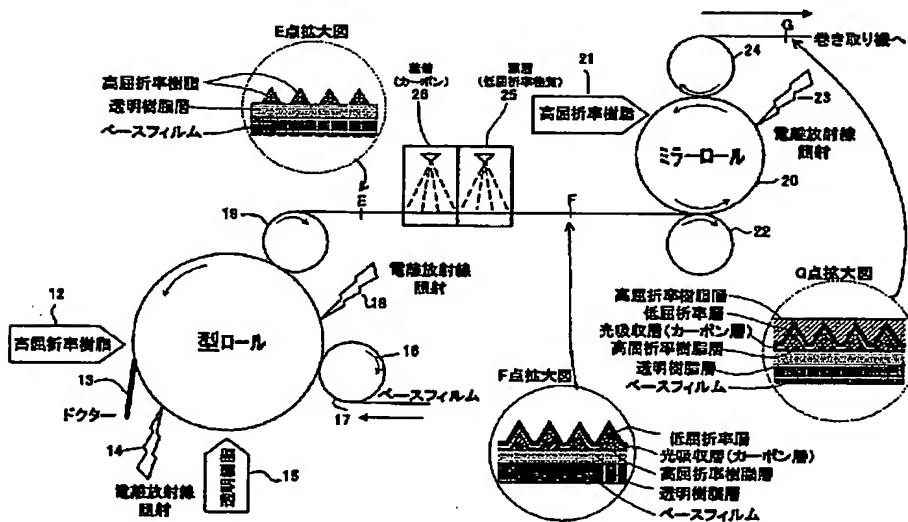
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 駒田 実
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

F ターム(参考) 2H021 BA21 BA27
2H042 BA02 BA04 BA12 BA15 BA19